

538524

(12)特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局



(43) 国際公開日  
2004 年 6 月 24 日 (24.06.2004)

PCT

(10) 国際公開番号  
WO 2004/053392 A1

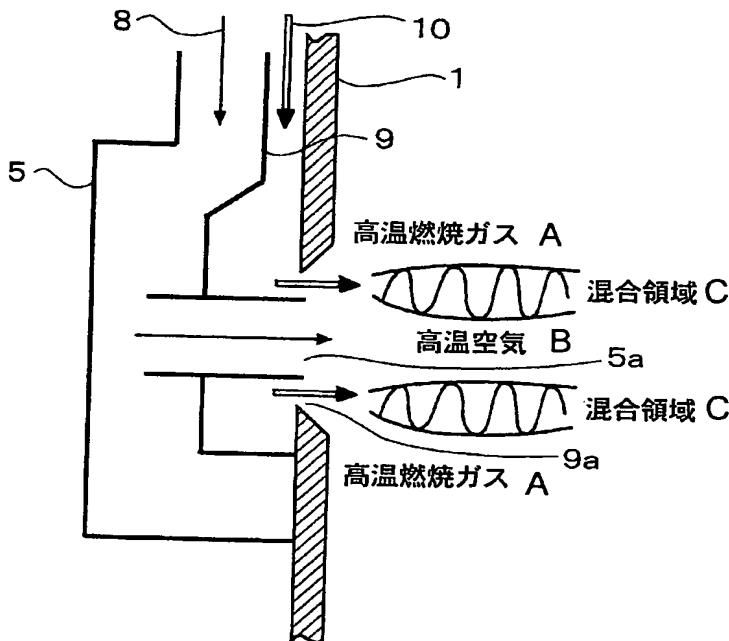
- (51) 国際特許分類: F23C 9/08, F23L 7/00  
(21) 国際出願番号: PCT/JP2003/010840  
(22) 国際出願日: 2003 年 8 月 27 日 (27.08.2003)  
(25) 国際出願の言語: 日本語  
(26) 国際公開の言語: 日本語  
(30) 優先権データ:  
特願 2002-361093  
2002 年 12 月 12 日 (12.12.2002) JP  
(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): バブコック日立株式会社 (BABCOCK-HITACHI KABUSHIKI KAISHA) [JP/JP]; 〒105-0013 東京都港区浜松町二丁目 4 番 1 号 Tokyo (JP).

- (72) 発明者; および  
(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 木山 研磁 (KIYAMA, Kenji) [JP/JP]; 〒737-0029 広島県呉市宝町 6 番 9 号 バブコック日立株式会社呉事業所内 Hiroshima (JP). 森田 茂樹 (MORITA, Shigeki) [JP/JP]; 〒737-0029 広島県呉市宝町 6 番 9 号 バブコック日立株式会社呉事業所内 Hiroshima (JP). 岡田 修 (OKADA, Osamu) [JP/JP]; 〒737-0029 広島県呉市宝町 6 番 9 号 バブコック日立株式会社呉事業所内 Hiroshima (JP). 倉増 公治 (KURAMASHI, Kouji) [JP/JP]; 〒737-0029 広島県呉市宝町 6 番 9 号 バブコック日立株式会社呉事業所内 Hiroshima (JP). 矢野 隆則 (YANO, Takanori) [JP/JP]; 〒737-0029 広島県呉市宝町 6 番 9 号 バブコック日立株式会社呉事業所内 Hiroshima (JP). 越智 健一 (OCHI, Kenichi) [JP/JP]; 〒737-0029 広島県呉市宝町 6 番 9 号 バブ

[続葉有]

(54) Title: COMBUSTION APPARATUS AND WINDOW BOX

(54) 発明の名称: 燃焼装置ならびにウインドボックス



A...HIGH TEMPERATURE COMBUSTION GAS  
B...HIGH TEMPERATURE AIR  
C...MIXING REGION

(57) Abstract: A combustion apparatus having a burner burning a fuel at an air fuel ratio of a stoichiometric ratio or less and an airport supplying a combustion air for filling up the deficiency at the burner, characterized in that a device for supplying a gas for suppressing the formation of nitrogen oxides is provided in a region where the combustion air and a high temperature combustion gas are mixed or in the vicinity of the region; and a window box which is arranged downstream from the burner and has an air port supplying a combustion air for filling up the deficiency at the burner, characterized in that a device for supplying a gas for suppressing the formation of nitrogen oxides is provided in a region where the combustion air and a high temperature combustion gas are mixed or in the vicinity of the region. The above combustion apparatus and window box are advantageously used for suppressing the formation of NOx, even when the mixing of a high temperature combustion gas with air is enhanced for reducing the amount of unburned components.

[続葉有]

WO 2004/053392 A1



コック日立株式会社呉事業所内 Hiroshima (JP). 馬場 彰 (BABA,Akira) [JP/JP]; 〒737-0029 広島県 呉市 宝町3番36号 パブコック日立株式会社呉研究所内 Hiroshima (JP). 下郡 三紀 (SHIMOGORI,Miki) [JP/JP]; 〒737-0029 広島県 呉市 宝町3番36号 パブコック日立株式会社呉研究所内 Hiroshima (JP). 福地 健 (FUKUCHI,Takeru) [JP/JP]; 〒737-0029 広島県 呉市 宝町3番36号 パブコック日立株式会社呉研究所内 Hiroshima (JP). 山口 博嗣 (YAMAGUCHI,Hiroshi) [JP/JP]; 〒737-0029 広島県 呉市 宝町3番36号 パブコック日立株式会社呉研究所内 Hiroshima (JP). 小林 啓信 (KOBAYASHI,Hironobu) [JP/JP]; 〒319-1221 茨城県 日立市 大みか町七丁目2番1号 株式会社 日立製作所 電力・電機開発研究所内 Ibaraki (JP). 谷口 正行 (TANIGUCHI,Masayuki) [JP/JP]; 〒319-1221 茨城県 日立市 大みか町七丁目2番1号 株式会社 日立製作所 電力・電機開発研究所内 Ibaraki (JP). 岡崎 洋文 (OKAZAKI,Hirofumi) [JP/JP]; 〒319-1221 茨城県 日立市 大みか町七丁目2番1号 株式会社 日立製作所 電力・電機開発研究所内 Ibaraki (JP). 山本 研二 (YAMAMOTO,Kenji) [JP/JP]; 〒319-1221 茨城県 日立

市 大みか町七丁目2番1号 株式会社 日立製作所 電力・電機開発研究所内 Ibaraki (JP).

(74) 代理人: 浅村 皓, 外(ASAMURA,Kiyoshi et al.); 〒100-0004 東京都 千代田区 大手町2丁目2番1号 新大手ビル331 Tokyo (JP).

(81) 指定国 (国内): AU, CA, CN, KR, PL, US.

(84) 指定国 (広域): ヨーロッパ特許 (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR).

添付公開書類:

— 国際調査報告書

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

---

(57) 要約:

高温燃焼ガスと空気との混合を促進して未燃分の低減を図ってもNO<sub>x</sub>の生成が抑えられる燃焼装置を提供する。理論空気比以下で燃料を燃焼させるバーナと、バーナでの不足分の燃焼用空気を供給するエアポートとを備えた燃焼装置において、両者の混合領域またはその近傍に、窒素酸化物生成抑制気体を供給する供給装置を設けたことを特徴とする。

また、高温燃焼ガスと空気との混合を促進して未燃分の低減を図ってもNO<sub>x</sub>の生成が抑えられるウインドボックスを提供する。バーナの後流側に配置されてバーナでの不足分の燃焼用空気を供給するエアポートを有するウインドボックスにおいて、両者の混合領域またはその近傍に、窒素酸化物生成抑制気体を供給する供給装置を設けたことを特徴とする。

## 明 細 書

## 燃焼装置ならびにウインドボックス

## 5 技術分野

本発明は、事業用ボイラ、産業用ボイラ等の燃焼装置に係り、特に未燃分の発生が少なく、高効率燃焼が可能で、かつ炉内での窒素酸化物（ $\text{NO}_x$ ）の生成が抑制できる燃焼装置に関する。

## 背景技術

- 10 現在、発電など事業用ボイラの火炉内での石炭など燃料の燃焼により発生する燃焼ガス中に含まれる窒素酸化物（ $\text{NO}_x$ ）を除去するため、火炉から排出される燃焼ガス（以下排ガスと称する）が流通する排ガス流路の後流側に脱硝装置を設けている。しかし、一方では脱硝装置におけるアンモニアの消費などに要する運転費用を節約するために火炉内での燃焼段階で低 $\text{NO}_x$ 燃焼を行ない、火炉内  
15 で発生する $\text{NO}_x$ 量をできるだけ少なくするようにしている。

この低 $\text{NO}_x$ 燃焼方法には、燃料の燃焼に必要な空気（以下燃焼用空気と称する）を火炉内全体で分割供給する二段燃焼法と、バーナとして低 $\text{NO}_x$ 機能を持たせた低 $\text{NO}_x$ バーナを用いる方法があり、通常はこれらを併用した低 $\text{NO}_x$ 燃焼が行なわれている。

- 20 図20Aはボイラ等の燃焼装置の構成の例を示す概略正面図、図20Bはその燃焼装置の概略側面図である。水壁1で区画形成された火炉には、3段のバーナ2と1段のエアポート（以下、バーナからみてガス流れ後流側にあるという意味でアフターエアポート（AAP）と記す）3とが、それぞれ4列対向して取り付けられている。各バーナ2とAAP3に燃焼用空気を供給するために、バーナ用  
25 ウインドボックス4とAAP用ウインドボックス5がそれぞれ設置されている。バーナ2では、空気比（バーナに供給する空気量／理論空気量）が0.8程度の燃焼を行なう。すなわち、燃料の完全燃焼に理論上必要な空気量（理論空気量）に対してやや空気不足の燃焼を行なうことで、 $\text{NO}_x$ の発生が低減される。しかしながら逆に燃料の未燃焼の割合（以下、未燃分とする）が増加するために後流

のAAP 3で不足分の空気を吹き込んで完全燃焼を行なわせる。

このように、二段燃焼法はNO<sub>x</sub>の発生量を低減するのに有効な方法である。なお、低NO<sub>x</sub>バーナについては、バーナで形成される火炎内で脱硝が行えるようにバーナ構造を工夫したものであるが、ここでは詳しい説明は行わない。

- 5 従来のAAP構造を図21に示す。水壁1のバーナ2よりもガス流れ下流側（バーナ2の上方）に取り付けられたAAP3のAAP用ウインドボックス5に高温の燃焼用空気（以下、高温空気と称する）8が供給され、火炉内における高温燃焼ガス内に高温空気が噴流となって供給される。ここで燃焼用空気8は、通常は火炉内における高温燃焼ガス温度を高く維持することで、プラントの発電効
- 10 率を向上させるため300℃程度に昇温した後にバーナ及びAAPに供給している。

- 二段燃焼法の採用時には、燃焼領域が火炉の下流側に移っているため、火炉内の高温燃焼ガスとAAP3からの高温空気流との混合が悪いと、高温燃焼ガスと高温空気8との混合が充分に行われないうちに高温燃焼ガスが火炉から排出されることになるため、火炉からの排ガス中に未燃分（石炭中の未燃炭素、燃焼ガス
- 15 中の一酸化炭素）が多く含まれることになる。そこで、燃焼効率が大きく経済性に影響する事業用ボイラの火炉では、AAP3からの空気の混合を促進させるため、図22に示すような構造のAAPも用いられている（特許文献1（特開昭59-109714号公報）参照）。この構造において、旋回器6から供給される
- 20 旋回がかけられた高温空気流により高温燃焼ガスとの混合が促進される。同時に、旋回流の中心部にダンパ7で流量を制御された直進流を噴射させて噴流の貫通力を確保することで、火炉の中央部まで高温空気流を供給することができる。

- 図23は、例えば特許文献2（特開平3-286906号公報）及び特許文献3（実開平1-101011号公報）に開示されている燃焼装置の概略構成図である。水壁1にバーナ2と下段ポート11と上段ポート12が設置されている。
- 25 すなわち、AAPが上下二段に分けて設けてある。下段ポート11からは排ガスまたは低温空気10を供給し、上段ポート12からは高温空気8を供給する。

バーナ2と上段ポート12は通常の二段燃焼法を実現する。ここで火炉内のバーナ上部において高温部となり、ここに高温空気8を供給するとガス温度が高く

なりすぎて $\text{NO}_x$ が発生し易い。このため一担火炉内のガス温度を低下させるために下段ポート11からは排ガスまたは低温空気10を供給し、 $\text{NO}_x$ の発生を防止している。

しかしこの燃焼装置では、火炉内のバーナ上部の高温の燃焼ガス温度を低下させるために多量の排ガスまたは低温空気10を供給する必要がある、そのためにプラント発電効率の低下が著しい。

図24は、さらに他の従来技術に係る燃焼装置の概略構成図である。図に示すようにバーナ2は3段対向、AAP3は1段対向の形で配置されている。同図において22は脱硝装置などの環境装置、23は開閉弁、24は空気予熱器、25は押し込み送風機(FDF)、26は石炭微粉碎機、27は煙突、28は排ガス再循環送風機(GRF)、41は火炉、43は燃焼用空気流路、70は排ガス、71, 72, 73は伝熱管、74は火炉の底部に排ガスを供給するための炉底ガス供給室である。

この構成の燃焼装置における $\text{NO}_x$ 濃度の炉内分布を図25に示す。同図の横軸は $\text{NO}_x$ 濃度、縦軸は火炉高さ方向の距離を示している。

同図に示すように二段燃焼によって、バーナから供給される空気流量が理論空気流量を下回る場合、二段燃焼用空気が混合されるまでの炉内ガスは還元雰囲気であり、バーナ領域で発生した $\text{NO}_x$ は、次第に低下する。AAPによる二段燃焼用空気の供給により酸化雰囲気に転ずるため、従来技術では実線で示すように $\text{NO}_x$ 量は増加する。増加する $\text{NO}_x$ は、燃焼ガス中に含まれる未燃窒素化合物の酸化に起因するものと、空气中窒素の高温下での酸化に起因するもの(サーマル $\text{NO}_x$ )の2種類がある。微粉炭燃焼においては、低 $\text{NO}_x$ 燃焼技術の高度化によって、 $\text{NO}_x$ レベルは大幅に低下してきている。

従来は $\text{NO}_x$ 低減の対象は燃料中の窒素に起源をもつフューエル $\text{NO}_x$ が主体であったが、 $\text{NO}_x$ レベルが200ppm以下も可能となった昨今においては、サーマル $\text{NO}_x$ の存在が無視できなくなった。燃焼シミュレーションの結果、サーマル $\text{NO}_x$ は全発生 $\text{NO}_x$ 量の約半分に及ぶこともあることが明らかになった。また、サーマル $\text{NO}_x$ のほとんどが、AAPからの燃焼用空気(二段燃焼用空気と称することもある)の供給後に発生することも判明した。さらに、バーナ上部

の高温部に存在する未燃分が二段燃焼用空気により燃焼する初期段階で局所的に高温となり、急激にサーマルNO<sub>x</sub>が生成することが分かった。

この現象を、図26を用いて詳細に説明する。この図は水壁1に設けられた従来技術からなるAAP構造と、AAPからの噴出空気と火炉41内の高温燃焼ガスの混合状態を示しており、この例の場合、AAP構造は2つの流路を有するタイプである。

二段燃焼用空気（AAP一次空気105，AAP二次空気106）は、二段燃焼空気用ウインドボックス101より中心側のAAP一次空気流路102と、外周側のAAP二次空気流路103を通して火炉41内へ噴出される。前記AAP二次空気106には、AAP二次空気用レジスタ104によって適正な旋回が与えられる。なお、1000は二段燃焼空気用ウインドボックス101よりAAP一次電気105としてAAP一次空気流路102に導入するための開口部である。

プラントの発電効率を向上させるための燃焼促進の観点から、二段燃焼用空気には高温空気が用いられることが多い。未燃分を低減するため、AAPから供給される空気と火炉内の高温燃焼ガスの混合促進が必要である。混合促進のためには空気噴流を火炉中央部まで行き届かせることと、噴流幅を広げて噴流間のすき間がないようにする必要があるため、空気噴流の噴出速度を増加して噴流の貫通力を強化すること、空気噴流に旋回を与えることなどが行われる。この場合いずれも、空気と高温燃焼ガスの混合領域で乱流強度が大きくなる。乱流強度が大きくなると、混合領域での酸化反応が促進されて、局所温度が上昇する。また、混合領域へは十分な空気供給がなされるため、酸素濃度も高い状態にある。従って、混合領域においては、サーマルNO<sub>x</sub>発生の要件である高温・高酸素濃度の条件が成立する。

サーマルNO<sub>x</sub>を低減する技術として、燃焼用空気に排ガスの一部を混合する排ガス混合が油焚きボイラやガス焚きのボイラにおいてよく使われている。図27に排ガス混合を適用した燃焼装置の概略構成を示す。

排ガスの一部はガス再循環送風機28によって戻され、その一部は炉底ガス供給室74から炉内に供給されて、再熱蒸気温度の制御に使われている。また排ガスの一部は、NO<sub>x</sub>低減のためにガス再循環送風機28出口で分岐されてガス混

合用流路 29 を通して燃焼用空気流路 43 に導入されている。30 は、ガス混合用流路 29 上に設けられたガス混合調整ダンパである。

排ガスを混合された燃焼用空気はバーナ 2 と A A P 3 より炉内に供給される。排ガス混合は、燃焼温度の低減と燃焼場の酸素濃度低下により、サーマル N O x  
5 を効果的に低減できる手法である。この手法は、燃焼速度の速い油やガスを燃料とするボイラに対しては、問題なく適用可能である。しかし、燃焼速度が比較して遅い石炭焚きボイラに対して排ガス混合を適用すると、燃焼場全体の燃焼温度の低下と酸素濃度の低下によって、燃焼効率を大きく低下させる要因となる。

また、低 N O x 石炭バーナ火炎の中では、一旦発生した N O x が中間生成物に  
10 よって還元される火炎内脱硝反応が存在するが、この火炎内脱硝反応は、火炎が高温となるほど脱硝効率が向上することが分かっている。排ガス混合によって火炎温度を下げると、脱硝効率の低下により、むしろ発生 N O x を高めることもある。

前述のように二段燃焼法は、火炉全体では N O x 低減効果を持つが、A A P 自  
15 体は N O x を生成する効果を有する。従来の A A P は、未燃分を低減して完全燃焼を図るために火炉内の高温燃焼ガスと空気との混合を促進した場合、A A P での生成 N O x が増えるという欠点がある。

さらに前述のように石炭焚き燃焼装置のサーマル N O x を低減するために、排  
20 ガス混合を適用すると、燃焼効率の低下や火炎内脱硝反応の低下といった弊害が生じるという欠点がある。

#### 発明の開示

本発明の目的は、このよう従来技術の欠点を解消し、高温燃焼ガスと燃焼用空気との混合を促進して未燃分の低減を図っても A A P での N O x の生成が抑えられる燃焼装置ならびにウインドボックスを提供することにある。

25 前記目的を達成するため、本発明の第 1 の手段は、理論空気比以下で燃料を火炉内で燃焼させるバーナと、そのバーナの後流側に配置されてバーナでの不足分の燃焼用空気を火炉内に噴出するエアポートを備えた燃焼装置において、前記バーナで燃料を燃焼することにより生成した燃焼ガスと前記エアポートから噴出された燃焼用空気とで形成される両者の混合領域またはその混合領域の近傍に、窒

素酸化物の生成を抑制する窒素酸化物生成抑制気体を供給する抑制気体供給手段を設けたことを特徴とするものである。

5 本発明の第2の手段は前記第1の手段において、前記エアポート内が、前記燃焼用空気を噴出する流路と、前記窒素酸化物生成抑制気体を噴出する流路に区分けされていることを特徴とするものである。

本発明の第3の手段は前記第1の手段又は第2の手段において、前記窒素酸化物生成抑制気体が、燃焼排ガス、燃焼排ガスと空気の混合気体、空気のグループから選択された少なくとも1つの気体であることを特徴とするものである。

10 本発明の第4の手段は前記第1の手段ないし第3の手段のいずれかにおいて、前記エアポートの空気噴出口の外周部側から前記抑制気体が火炉内に噴出されることを特徴とするものである。

本発明の第5の手段は前記第1の手段ないし第4の手段のいずれかにおいて、前記エアポートの空気噴出口を取り囲むように前記抑制気体噴出口が環状に形成されていることを特徴とするものである。

15 本発明の第6の手段は前記第1の手段ないし第4の手段のいずれかにおいて、前記エアポートの空気噴出口を取り囲むように前記抑制気体噴出口が複数個周方向に配置されていることを特徴とするものである。

20 本発明の第7の手段は前記第1の手段ないし第4の手段のいずれかにおいて、前記エアポートの空気噴出口の一部を取り囲むように前記抑制気体噴出口がほぼ円弧状に形成されていることを特徴とするものである。

本発明の第8の手段は前記第1の手段ないし第4の手段のいずれかにおいて、前記エアポートの空気噴出口の外周部の一部に前記抑制気体噴出口が複数個集中して配置されていることを特徴とするものである。

25 本発明の第9の手段は前記第7の手段または第8の手段において、前記エアポートの空気噴出口のバーナ側に前記抑制気体噴出口が配置されていることを特徴とするものである。

本発明の第10の手段は前記第1の手段ないし第9の手段のいずれかにおいて、前記火炉内に再循環する排ガスの一部を分岐して窒素酸化物抑制気体として供給する系統を設けたことを特徴とするものである。



本発明の第 11 の手段は前記第 10 の手段において、前記抑制気体供給系統に抑制気体専用の送風機を設置したことを特徴とするものである。

本発明の第 12 の手段は前記第 10 の手段において、前記抑制気体が熱交換器によって温度を下げた後の排ガスであることを特徴とするものである。

- 5 本発明の第 13 の手段は前記第 1 の手段ないし第 12 の手段のいずれかにおいて、前記火炉の幅方向に沿って複数のエアポートが設置され、各エアポートに前記抑制気体供給手段とその抑制気体の流量を調整する流量調整手段が設けられていることを特徴とするものである。

- 10 本発明の第 14 の手段は前記第 1 の手段ないし第 13 の手段のいずれかにおいて、前記火炉の幅方向に沿って複数のエアポートが設置され、各エアポートに前記抑制気体供給手段が設けられ、その複数のエアポートのうち火炉側壁に近いエアポートよりも火炉中央部に近いエアポートの方が抑制気体が多量に供給されることを特徴とするものである。

- 15 本発明の第 15 の手段は前記第 13 の手段または第 14 の手段において、前記複数のエアポートに供給される抑制気体の合計供給流量が当該燃焼装置の負荷に応じて可変であることを特徴とするものである。

本発明の第 16 の手段は前記第 13 の手段または第 14 の手段において、前記複数のエアポートに供給される抑制気体の合計供給流量が当該燃焼装置の窒素酸化物排出濃度に応じて可変であることを特徴とするものである。

- 20 本発明の第 17 の手段は、バーナの後流側に配置されてバーナでの不足分の燃焼用空気を火炉内に供給するエアポートを有するウインドボックスにおいて、そのエアポート用ウインドボックス内に、前記バーナで燃料を燃焼することにより生成した燃焼ガスと前記エアポートから噴出された燃焼用空気とで形成される両者の混合領域またはその混合領域の近傍に、窒素酸化物の生成を抑制する抑制気体  
25 体を供給するための抑制気体用ウインドボックスを設けたことを特徴とするものである。

本発明の第 18 の手段は前記第 17 の手段において、複数の前記エアポートに対して共通のエアポート用ウインドボックスが設けられ、そのエアポート用ウインドボックス内に前記複数の前記エアポートに対して共通の抑制気体用ウインド

ボックスが設けられていることを特徴とするものである。

- 本発明の第 19 の手段は前記第 17 の手段において、複数の前記エアポートに対して共通のエアポート用ウインドボックスが設けられ、そのエアポート用ウインドボックス内に前記複数のエアポートに対して個別の抑制気体用ウインドボックスが個別に設けられていることを特徴とするものである。

本発明の第 20 の手段は前記第 17 の手段において、前記エアポートの空気噴出口の外周部側に前記抑制気体用ウインドボックスの抑制気体噴出口が設けられていることを特徴とするものである。

- 本発明の第 21 の手段は前記第 20 の手段において、前記エアポートの空気噴出口を取り囲むように前記抑制気体噴出口が環状に形成されていることを特徴とするものである。

本発明の第 22 の手段は前記第 20 の手段において、前記エアポートの空気噴出口を取り囲むように前記抑制気体噴出口が複数個周方向に配置されていることを特徴とするものである。

- 本発明の第 23 の手段は前記第 20 の手段において、前記エアポートの空気噴出口の一部を取り囲むように前記抑制気体噴出口がほぼ円弧状に形成されていることを特徴とするものである。

- 本発明の第 24 の手段は前記第 20 の手段において、前記エアポートの空気噴出口の外周部の一部に前記抑制気体噴出口が複数個集中して配置されていることを特徴とするものである。

本発明の第 25 の手段は前記第 23 の手段または第 24 の手段において、前記エアポートの空気噴出口のバーナ側に前記抑制気体噴出口が配置されていることを特徴とするものである。

- 未燃分低減のため A A P から供給される空気と火炉内の高温燃焼ガスの混合を促進するためには、空気噴流の噴出速度を増加して噴流の貫通を強化すること、あるいは空気噴流に旋回を与えることなどが行なわれる。いずれの場合も図 21、図 22 に示す高温空気と高温燃焼ガスの混合界面での非定常乱れ（乱流強度）が強くなる。ここで従来の A A P においては、乱流強度の大きな混合界面において、高温かつ高酸素濃度となる。これは、高温の燃焼ガスと高酸素濃度空気が直接接

触するためである。

- 強い乱流強度、高温、高酸素濃度の条件が成立すると、 $\text{NO}_x$  が生成する。従来のAAPで未燃分低減のため混合促進を行なうと、この条件が成立するため、 $\text{NO}_x$  が生成する。本発明においては、混合領域（混合界面）またはその近傍に
- 5 低温、低酸素濃度の気体（排ガス、排ガスと空気の混合気体、低温空気など）を供給するため、 $\text{NO}_x$  の生成がないかあるいは生成が抑制される。

図面の簡単な説明

- 図1は、本発明の第1実施形態に係るAAPの概略構成図である。
- 図2は、本発明の第2実施形態に係るAAPの概略構成図である。
- 10 図3Aは、本発明の第3実施形態に係るAAPの概略構成図である。
- 図3Bは、図3AのA-A線上の視野図である。
- 図4Aは、本発明の第4実施形態に係るAAPの概略構成図である。
- 図4Bは、図4AのB-B線上の視野図である。
- 図5は、本発明の第5実施形態に係る排ガスを抑制気体用ウインドボックスに
- 15 供給する経路を説明するための燃焼装置の概略構成図である。
- 図6は、本発明の第6実施形態に係る排ガスと空気の混合気体を抑制気体用ウインドボックスに供給する経路を説明するための燃焼装置の概略構成図である。
- 図7は、本発明の第7実施形態に係る低温空気を抑制気体用ウインドボックスに供給する経路を説明するための燃焼装置の概略構成図である。
- 20 図8は、本発明の適用効果を説明するための特性図である。
- 図9は、本発明の第8実施形態に係る燃焼装置の概略構成図である。
- 図10は、その実施形態に係る二段燃焼空気用ウインドボックス付近の拡大構成図である。
- 図11は、そのウインドボックス付近における空気噴流、AAP用排ガス噴流
- 25 ならびにバーナ部側からの未燃ガス上昇流の流れの状態を示す説明図である。
- 図12Aは、本発明の第9実施形態に係る二段燃焼空気用ウインドボックス付近の拡大構成図である。
- 図12Bは、抑制気体噴出口の配置状態を示す図である。
- 図13Aは、本発明の第10実施形態に係る二段燃焼空気用ウインドボックス

付近の拡大構成図である。

図 1 3 B は、抑制気体噴出口の配置状態を示す図である。

図 1 4 は、そのウインドボックス付近における空気噴流、A A P 用排ガス噴流ならびにバーナ部側からの未燃ガス上昇流の流れの状態を示す説明図である。

- 5 図 1 5 A は、本発明の第 1 1 実施形態に係る二段燃焼空気用ウインドボックス付近の拡大構成図である。

図 1 5 B は、抑制気体噴出口の配置状態を示す図である。

図 1 6 は、本発明の第 1 2 実施形態に係る燃焼装置の概略構成図である。

図 1 7 A は、火炉内の巾方向における炉内ガス温度の分布状態を示す図である。

- 10 図 1 7 B は、火炉内の巾方向における  $\text{NO}_x$  発生濃度の分布状態を示す図である。

図 1 8 は、缶前後に設置した A A P 用排ガス再循環量調整ダンパの後流側にある複数の調整ダンパの開度調整を説明するための図である。

- 15 図 1 9 は、本発明の実施形態における A A P 再循環ガス流量設定の例を説明するための図である。

図 2 0 A は、ボイラ燃焼装置の構成を示す概略正面図である。

図 2 0 B は、図 2 0 A の燃焼装置の概略側面図である。

図 2 1 は、第 1 の従来例を示す A A P の概略構成図である。

図 2 2 は、第 2 の従来例を示す A A P の概略構成図である。

- 20 図 2 3 は、第 3 の従来例を示す燃焼装置の概略構成図である。

図 2 4 は、第 4 の従来例を示す燃焼装置の概略構成図である。

図 2 5 は、燃焼装置における  $\text{NO}_x$  濃度の炉内分布状態を示す図である。

図 2 6 は、従来の A A P 構造と、A A P からの噴出空気と火炉内の高温燃焼ガスの混合状態を示す図である。

- 25 図 2 7 は、第 5 の従来例を示す燃焼装置の概略構成図である。

発明を実施するための最良の形態

次に本発明の実施形態を図を用いて説明する。図 1 は、第 1 実施形態に係る A A P の概略構成図である。水壁 1 に A A P 用ウインドボックス 5 が設置され、その内部に  $\text{NO}_x$  生成抑制気体用ウインドボックス 9 が設置されて二重構造にな

っている。AAP用ウインドボックス5の火炉側に形成されたAAP用空気噴出口5aの外周部側に、抑制気体用ウインドボックス9の火炉側に形成された抑制気体用噴出口9aが環状に設けられている。

AAP用ウインドボックス5に高温空気流8が導入されて、AAP用空気噴出口5aから直進状に火炉内に噴射される。抑制気体用ウインドボックス9には排ガスからなるNO<sub>x</sub>生成抑制気体10が導入されて、高温空気噴流の周囲、すなわち火炉内の高温燃焼ガスと高温空気（燃焼用空気）とで形成される両者の混合領域（図中の波線部分）またはその近傍に向けて炉内に噴出される。

前述のようにAAPは二重構造になっており、中心部から高温空気8が、その外周部から抑制気体10が火炉内に供給される。ここで、高温空気8の混合を促進するために高温空気噴流の噴射速度を増加しても、高温空気8と高温燃焼ガスの混合領域またはその近傍に低温で低酸素濃度の排ガスからなる抑制気体10が供給されるため、NO<sub>x</sub>の生成が抑制される。すなわち、従来のAAPでは不可能であった未燃分と生成NO<sub>x</sub>の同時低減を、本発明では実現できる。

なお、AAPから供給する高温空気に排ガスを混合すると、酸素濃度の低下と希釈によるガス温度低下のためNO<sub>x</sub>の生成は抑制できるが、これは多量の排ガス再循環により発電プラントの効率が低下するので、好ましくない。本発明では、サーマルNO<sub>x</sub>が発生する部位である高温空気と高温燃焼ガスの混合領域だけに少量の抑制気体10を供給してNO<sub>x</sub>生成を抑制できるので、発電効率の低下はない。

本実施形態では、抑制気体10として排ガスを用いたが、排ガスと空気の混合気体または低温空気をAAP流路の外周側の抑制気体用噴出口9aから供給しても、同様の効果がある。

図2は、第2実施形態に係るAAPの概略構成図である。本実施形態では、ダンパ7で流量制御された高温空気の直進流、旋回器6を通る高温空気の旋回流、排ガスからなる抑制気体10が火炉内に供給される構造になっている。すなわち、AAPは多重構造（本例では3重）になっており、最外周から抑制気体10を供給することによりNO<sub>x</sub>生成を抑制する。

多数のAAP3を配置する燃焼装置においては、AAP用ウインドボックス5

と抑制気体用ウインドボックス 9 の配置が問題となる。この第 3、第 4 実施形態を図 3 A、3 B、4 A、4 B に示す。

図 3 B は、図 3 A の A-A 線上の視野図である。この第 3 実施形態の場合、水壁 1 に複数の A A P 3 が設置されているが、共通の A A P 用ウインドボックス 5 から高温空気流 8 が供給される。共通の抑制気体用ウインドボックス 9 が A A P 用ウインドボックス 5 の内部に設置され、この共通抑制気体用ウインドボックス 9 を通して抑制気体 1 0 を供給する。

図 4 B は、図 4 A の B-B 線上の視野図である。この第 4 実施形態の場合、共通の A A P 用ウインドボックス 5 の内部に、個別の抑制気体用ウインドボックス 9 が設置されている。

次に抑制気体である排ガスと空気の供給経路を図 5 ないし図 7 に示す実施形態に基づいて説明する。これらの図において 1 3 は第 1 の送風機、1 4 は熱交換器、1 5 は第 2 の送風機である。図 5 に示す第 5 実施形態では、第 2 の送風機 1 5 により排ガスからなる抑制気体を抑制気体用ウインドボックス 9 に供給している。

15 この抑制気体のガス温度は約 2 5 0 ~ 3 5 0 °C、酸素含有率は約 2 ~ 6 % である。

図 6 に示す第 6 実施形態では、熱交換器 1 4 を通った燃焼用空気と第 2 の送風機 1 5 からの排ガスとを適量の割合に混合して、その混合気体からなる抑制気体を抑制気体用ウインドボックス 9 に供給している。例えば燃焼用空気を 1 0 % 程度混合した場合、この抑制気体のガス温度は約 2 5 0 ~ 3 5 0 °C、酸素含有率は約 5 ~ 9 % である。

図 7 に示す第 7 実施形態では、熱交換器 1 4 を通さないで第 1 の送風機 1 5 からの低温空気を抑制気体として直接抑制気体用ウインドボックス 9 に供給している。この抑制気体のガス温度は大気温度とほぼ等しく、酸素含有率は約 2 0 % である。

25 石炭焚きの発電用ボイラ等の燃焼装置に本発明を適用した効果を図 8 で説明する。アフタエア噴出速度を増加すると、燃焼ガスと空気の混合が促進するので、図 8 に示すように未燃分が低下する。この傾向は、本発明でも従来技術でも同じである。一方、アフタエア噴出速度の増加に伴い、NO<sub>x</sub> の排出量が増加する。これは一般に燃料の酸化反応である燃焼が促進する場合、窒素分の酸化も促進し

てNO<sub>x</sub>が発生するためである。従来技術では、未燃分とNO<sub>x</sub>の同時低減はできなかった。ところが本発明を適用すると、高温空気と高温燃焼ガスの混合領域でNO<sub>x</sub>の発生が抑制されるため、図8に示すようにアフタエア噴出速度を増加させた場合のNO<sub>x</sub>の発生は従来技術に比べて少ない。

- 5 図9は、第8実施形態に係る燃焼装置の概略構成図である。本実施形態の場合、排ガスの一部はガス再循環送風機28によって炉底ガス供給室74から火炉41に供給されて、対流伝熱による伝熱器71、72、73での伝熱量の調節、すなわち蒸気温度の制御に供される。また、排ガスの他の一部はNO<sub>x</sub>生成抑制気体としてAAP用排ガス再循環送風機37で昇圧され、AAP用排ガス再循環流路
- 10 31を通してAAP5から炉内に噴出される。

本実施形態では、AAP用排ガス再循環送風機37を専用に設置しているため、蒸気温度制御に用いられる火炉底部からの排ガス再循環の条件によらず、AAP用排ガス再循環として最適な条件設定が容易となる。

- 図10はその実施形態に係る二段燃焼空気用ウインドボックス付近の拡大構成
- 15 図、図11はそのウインドボックス付近における空気噴流、AAP用排ガス噴流ならびにバーナ部側からの未燃ガス上昇流の流れの状態を示す説明図である。

- これらの図において1は水壁、32はAAP用排ガス再循環量調整ダンパ、33はAAP用排ガス供給管、34はAAP用排ガス供給リング、35はAAP用排ガス供給流路、36はAAP用排ガス噴流、38はバーナ部側からの未燃ガス
- 20 上昇流、41は火炉である。また101は二段燃焼空気用ウインドボックス、102はAAP一次空気流路、103はAAP二次空気流路、104はAAP二次空気用レジスタ、105はAAP一次空気、106はAAP二次空気、107は空気噴流である。なお、1000は二段燃焼空気用ウインドボックス101よりAAP一次空気105をAAP一次電气流路102に導入させるための開口部で
- 25 ある。

本実施形態の場合も、AAP空気流路102、103の空気噴出口5aの全体を取り囲むようにAAP用排ガス供給流路35の抑制気体噴出口9aが配置されている。AAP用排ガス再循環量調整ダンパ32によって所定の流量に調節された再循環ガスは、AAP用排ガス供給管33を通してAAP用排ガス供給リング

34に導かれ、図11に示すようにAAP用排ガス供給流路35を通り、抑制気体噴出口9aからAAP用排ガス噴流36として空気噴流107の外周部かその近傍に噴出される。

5 このようにAAP二次空気流路103の径方向外側に排ガス供給流路35が設置されており、二段燃焼空気（空気噴流107）を取り囲んで排ガスが供給される。本構成により図11に示すように、バーナ側からの未燃ガス上昇流38中の未燃成分が二段燃焼用空気により燃焼を開始する混合領域あるいは（ならびに）その近傍に排ガスの供給ができる。

10 図12A、12Bは第9実施形態に係る二段燃焼空気用ウインドボックス付近の拡大構成図で、図12Aはウインドボックス付近全体の構成図、図12Bは抑制気体噴出口の配置状態を示す図である。

本実施形態の場合、AAP用排ガス供給流路35が複数の排ガス供給ノズルによって形成され、その排ガス供給ノズルがAAP二次空気流路103中の外周部に設置されて、図12Bに示すようにAAP用排ガス供給流路35の抑制気体噴出口9aが周方向に複数設置されている。

20 この構造によれば、二段燃焼空気を取り囲んで排ガスが混合される。バーナから上昇してくる未燃成分が二段燃焼用空気により燃焼を開始する領域に排ガスの供給ができるのは図11の例と同様である。本実施形態においては、既設の二段燃焼用空気口に比較的簡単な改造を施すことによって排ガス供給ノズルの設置が可能である。

25 図13A、13Bは第10実施形態に係る二段燃焼空気用ウインドボックス付近の拡大構成図で、図13Aはウインドボックス付近全体の構成図、図13Bは抑制気体噴出口の配置状態を示す図である。図14は、そのウインドボックス付近における空気噴流、AAP用排ガス噴流ならびにバーナ部側からの未燃ガス上昇流の流れの状態を示す説明図である。

本実施形態の場合、図13Bに示すようにAAP二次空気流路103中の外周部の下側のみに半環状（円弧状）をした排ガス供給ノズルの抑制気体噴出口9aが設置され、ここからAAP用排ガス噴流36が噴出される（図14参照）。図14に示すように、バーナ部側から上昇してくる未燃成分が二段燃焼用空気によ



り燃焼を開始するAAP空気噴流107の下側のみにAAP用排ガス噴流36が形成できるので、少量の再循環ガスで同じNO<sub>x</sub>低減効果が得られる。

図15A、15Bは第11実施形態に係る二段燃焼空気用ウインドボックス付近の拡大構成図で、図15Aはウインドボックス付近全体の構成図、図15Bは抑制気体噴出口の配置状態を示す図である。

本実施形態の場合、AAP二次空気流路103中の外周部の下側のみに集中して排ガス供給ノズルの抑制気体噴出口9aが複数設置されている。この場合も図14と同様に、バーナから上昇してくる未燃成分が二段燃焼用空気により燃焼を開始するAAP空気噴流の下側のみにAAP用排ガス噴流を形成できるので、少量の再循環ガスで同じNO<sub>x</sub>低減効果が得られる。

なお、前記第10、11実施形態の場合、AAP用排ガス供給リング34は、実際には完全な環状（リング状）ではなく、抑制気体噴出口9aと対応させて半環状（半リング状）をした形状でも構わない。

図16は、第12実施形態に係る燃焼装置の概略構成図である。本実施形態の場合、空気予熱器24などの熱交換器を通して熱回収された低温の排ガスをAAP用ウインドボックス5に供給しているため、温度低下によるサーマルNO<sub>x</sub>低減に効果がある。

図17A、17Bは、火炉内の巾方向における炉内ガス温度とNO<sub>x</sub>発生濃度の分布状態を示す図である。図17Aに示すように、火炉の側壁寄り（図面に向かって左右端寄り）の方が炉内ガス温度が低く、火炉の中央部が高い。従って、図17Bに示すようにNO<sub>x</sub>発生濃度は温度の高い火炉の中央部で高くなる。火炉巾方向に複数のAAPを有する場合は、火炉の側壁寄りよりも火炉の中央部により多くの排ガスを供給することにより、効果的にNO<sub>x</sub>を低減することができる。

図18は、缶前後に設置したAAP用排ガス再循環量調整ダンパ32の後流側にある複数の調整ダンパ32a～32hの開度調整を説明するための図である。同図に示すように缶前側のAAP用排ガス再循環量調整ダンパ32Xの後流側には、火炉の巾方向に配置された各AAP（図示せず）に対して個別に調整ダンパ32a～32dが設置されている。缶後側のAAP用排ガス再循環量調整ダンパ

3 2 Yの後流側には、同様に調整ダンパ3 2 e～3 2 hが設置されている。

前述の図1 7 A, 1 7 Bの結果から明らかなように、火炉の側壁寄りの方が炉内ガス温度が低く中央部が高くなっており、そのためにNO<sub>x</sub>発生濃度は温度の高い火炉の中央部で高くなっている。このような炉内ガス温度の状況に応じて  
5 前後とも側壁寄りに設置されている調整ダンパ3 2 a, 3 2 d, 3 2 eと3 2 hのダンパ開度を小さく、炉内の中央部側に設置されている調整ダンパ3 2 b, 3 2 cと3 2 f, 3 2 gのダンパ開度を大きく設定することで、NO<sub>x</sub>発生量の多い火炉中央部に多くの排ガスを供給している。

火炉内のガス温度はボイラ負荷が高いほど高くなり、その結果、サーマル  
10 NO<sub>x</sub>はボイラ負荷が高いほど高い。図1 9はAAP再循環ガス流量設定の例を説明するための図で、横軸にボイラ負荷、縦軸にAAP排ガス再循環比を示している。ここでAAP排ガス再循環比は、下式によって求められる数値である。

$$\text{AAP排ガス再循環比} = (\text{AAP排ガス再循環流量}) / (\text{燃焼ガス流量}) \\ \times 100 (\%)$$

15 本例では、サーマルNO<sub>x</sub>の影響が大きくなるボイラ負荷7 5～1 0 0 %の間でAAP用排ガスを供給し、ボイラ負荷1 0 0 %でのAAP排ガス再循環比は約3 %とし、低負荷域（本例では7 5 %未満）では排ガス供給を停止している。NO<sub>x</sub>に問題のない低負荷域での排ガス供給を停止することで、燃焼効率低下を抑えている。

20 排ガスなどの抑制気体が複数のエアポートに供給される場合、抑制気体の合計供給流量が当該燃焼装置の負荷に応じて前述のように可変であり、また、抑制気体の合計供給流量が当該燃焼装置の窒素酸化物排出濃度に応じて可変であることが好ましい。

燃料の性状によっては、AAP排ガス供給無しでもNO<sub>x</sub>に問題ない場合もある。そのような場合には、AAP排ガスを供給することなく、高効率を優先した運用が望ましい。すなわち、NO<sub>x</sub>排出濃度に応じて合計の再循環ガス供給量を可変とすることで、最適な運用が可能となる。

請求項1, 1 7記載の手段によれば、サーマルNO<sub>x</sub>を支配するエアポート空気と高温燃焼ガスの混合領域の局所高温部にのみ窒素酸化物生成抑制気体を供給

するため、炉内全体の温度低下を抑制して燃焼効率を維持しつつ、NO<sub>x</sub>発生濃度を効果的に低減できる。本発明を適用した場合のNO<sub>x</sub>低減効果例を図25の点線で示す。この結果から明らかなように本発明では、酸化領域に転ずるAAP下流のNO<sub>x</sub>生成が抑えられて、最終的に火炉出口NO<sub>x</sub>を大幅に低減できる。

- 5 請求項2, 18, 19記載の手段によれば、エアポート内に燃焼用空気流路と抑制気体流路を区分けして設けるから、大型化が抑制される。

請求項3記載の手段によれば、抑制気体として各種気体が適用可能である。

請求項4, 5, 6, 20, 21, 22記載の手段によれば、エアポート空気流の外周部全体を抑制気体流で覆うことができ、NO<sub>x</sub>低減効果が大である。

- 10 請求項7, 8, 9, 23, 24, 25記載の手段によれば、少量の抑制気体で良好なNO<sub>x</sub>低減効果が得られる。

請求項10記載の手段によれば、排ガスを抑制気体として有効利用することができ、格別に抑制気体を準備する必要がない。

請求項11記載の手段によれば、伝熱器の蒸気温度制御に用いられる排ガス再

- 15 循環の条件によらず、NO<sub>x</sub>生成抑制気体として最適な条件設定が容易となる。

請求項12記載の手段によれば、抑制気体の温度低下によるサーマルNO<sub>x</sub>低減の効果がある。

請求項13, 14記載の手段によれば、火炉内で効果的にNO<sub>x</sub>を低減することができる。

- 20 請求項15記載の手段によれば、NO<sub>x</sub>に問題のない低負荷域での抑制気体の供給を停止することで、燃焼効率の低下を抑えることができる。

請求項16記載の手段によれば、NO<sub>x</sub>の排出濃度に応じて抑制気体の供給を制御することで、燃焼効率の低下を抑えることができる。

産業上の利用可能性

- 25 本発明の燃焼装置は、高温燃焼ガスと空気との混合を促進して未燃分の低減を図ってもNO<sub>x</sub>の生成を抑えることができる。

## 請求の範囲

1. 理論空気比以下で燃料を火炉内で燃焼させるバーナと、そのバーナの後流側に配置されてバーナでの不足分の燃焼用空気を火炉内に噴出するエアポートを備えた燃焼装置において、
- 5 前記バーナで燃料を燃焼することにより生成した燃焼ガスと前記エアポートから噴出された燃焼用空気とで形成される両者の混合領域またはその混合領域の近傍に、窒素酸化物の生成を抑制する窒素酸化物生成抑制気体を供給する抑制気体供給手段を設けたことを特徴とする燃焼装置。
- 10 2. 請求項 1 記載の燃焼装置において、前記エアポート内が、前記燃焼用空気を噴出する流路と、前記窒素酸化物生成抑制気体を噴出する流路に区分けされていることを特徴とする燃焼装置。
3. 請求項 1 または請求項 2 記載の燃焼装置において、前記窒素酸化物生成抑制気体が、燃焼排ガス、燃焼排ガスと空気の混合気体、空気のグループから選択
- 15 された少なくとも 1 つの気体であることを特徴とする燃焼装置。
4. 請求項 1 ないし請求項 3 のいずれかに記載の燃焼装置において、前記エアポートの空気噴出口の外周部側から前記抑制気体が火炉内に噴出されることを特徴とする燃焼装置。
5. 請求項 1 ないし請求項 4 のいずれか 1 項記載の燃焼装置において、前記エ
- 20 アポートの空気噴出口を取り囲むように前記抑制気体噴出口が環状に形成されていることを特徴とする燃焼装置。
6. 請求項 1 ないし請求項 4 のいずれか 1 項記載の燃焼装置において、前記エアポートの空気噴出口を取り囲むように前記抑制気体噴出口が複数個周方向に配置されていることを特徴とする燃焼装置。
- 25 7. 請求項 1 ないし請求項 4 のいずれか 1 項記載の燃焼装置において、前記エアポートの空気噴出口の一部を取り囲むように前記抑制気体噴出口がほぼ円弧状に形成されていることを特徴とする燃焼装置。
8. 請求項 1 ないし請求項 4 のいずれか 1 項記載の燃焼装置において、前記エアポートの空気噴出口の外周部の一部に前記抑制気体噴出口が複数個集中して配

置されていることを特徴とする燃焼装置。

9. 請求項 7 または請求項 8 記載の燃焼装置において、前記エアポートの空気噴出口のバーナ側に前記抑制気体噴出口が配置されていることを特徴とする燃焼装置。

5 10. 請求項 1 ないし請求項 9 のいずれか 1 項記載の燃焼装置において、前記火炉内に再循環する排ガスの一部を分岐して窒素酸化物抑制気体として供給する系統を設けたことを特徴とする燃焼装置。

11. 請求項 10 記載の燃焼装置において、抑制気体供給系統に抑制気体専用の送風機を設置したことを特徴とする燃焼装置。

10 12. 請求項 10 記載の燃焼装置において、前記抑制気体が熱交換器によって温度を下げた後の排ガスであることを特徴とする燃焼装置。

13. 請求項 1 ないし請求項 12 のいずれか 1 項記載の燃焼装置において、前記火炉の幅方向に沿って複数のエアポートが設置され、各エアポートに前記抑制気体供給手段とその抑制気体の流量を調整する流量調整手段が設けられていること  
15 を特徴とする燃焼装置。

14. 請求項 1 ないし請求項 13 のいずれか 1 項記載の燃焼装置において、前記火炉の幅方向に沿って複数のエアポートが設置され、各エアポートに前記抑制気体供給手段が設けられ、その複数のエアポートのうち火炉側壁に近いエアポートよりも火炉中央部に近いエアポートの方が抑制気体が多量に供給されることを特  
20 徴とする燃焼装置。

15. 請求項 13 または請求項 14 記載の燃焼装置において、前記複数のエアポートに供給される抑制気体の合計供給流量が当該燃焼装置の負荷に応じて可変であることを特徴とする燃焼装置。

16. 請求項 13 または請求項 14 記載の燃焼装置において、前記複数のエアポ  
25 ートに供給される抑制気体の合計供給流量が当該燃焼装置の窒素酸化物排出濃度に応じて可変であることを特徴とする燃焼装置。

17. バーナの後流側に配置されてバーナでの不足分の燃焼用空気を火炉内に供給するエアポートを有するウインドボックスにおいて、

そのエアポート用ウインドボックス内に、前記バーナで燃料を燃焼することに

より生成した燃焼ガスと前記エアポートから噴出された燃焼用空気とで形成される両者の混合領域またはその混合領域の近傍に、窒素酸化物の生成を抑制する抑制気体を供給するための抑制気体用ウインドボックスを設けたことを特徴とするウインドボックス。

- 5     18. 請求項 17 記載のウインドボックスにおいて、複数の前記エアポートに対して共通のエアポート用ウインドボックスが設けられ、そのエアポート用ウインドボックス内に前記複数の前記エアポートに対して共通の抑制気体用ウインドボックスが設けられていることを特徴とするウインドボックス。

- 10    19. 請求項 17 記載のウインドボックスにおいて、複数の前記エアポートに対して共通のエアポート用ウインドボックスが設けられ、そのエアポート用ウインドボックス内に前記複数のエアポートに対して個別の抑制気体用ウインドボックスが個別に設けられていることを特徴とするウインドボックス。

- 15    20. 請求項 17 記載のウインドボックスにおいて、前記エアポートの空気噴出口の外周部側に前記抑制気体用ウインドボックスの抑制気体噴出口が設けられていることを特徴とするウインドボックス。

21. 請求項 20 記載のウインドボックスにおいて、前記エアポートの空気噴出口を取り囲むように前記抑制気体噴出口が環状に形成されていることを特徴とするウインドボックス。

- 20    22. 請求項 20 記載のウインドボックスにおいて、前記エアポートの空気噴出口を取り囲むように前記抑制気体噴出口が複数個周方向に配置されていることを特徴とするウインドボックス。

23. 請求項 20 記載のウインドボックスにおいて、前記エアポートの空気噴出口の一部を取り囲むように前記抑制気体噴出口がほぼ円弧状に形成されていることを特徴とするウインドボックス。

- 25    24. 請求項 20 記載のウインドボックスにおいて、前記エアポートの空気噴出口の外周部の一部に前記抑制気体噴出口が複数個集中して配置されていることを特徴とするウインドボックス。

25. 請求項 23 または請求項 24 記載のウインドボックスにおいて、前記エアポートの空気噴出口のパーナ側に前記抑制気体噴出口が配置されていることを特

徴とするウインドボックス。

FIG. 1

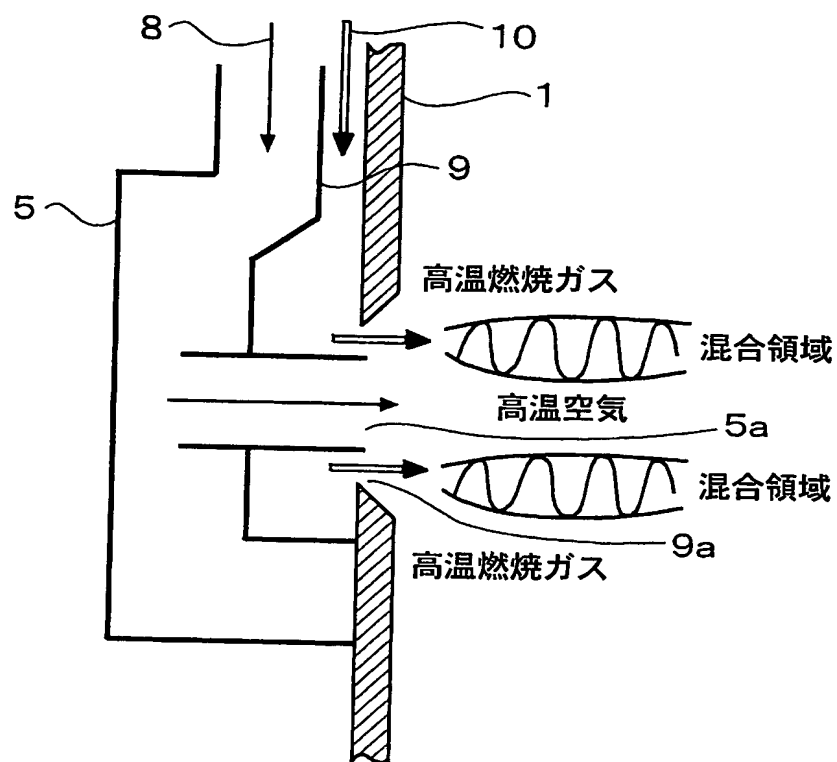


FIG. 2

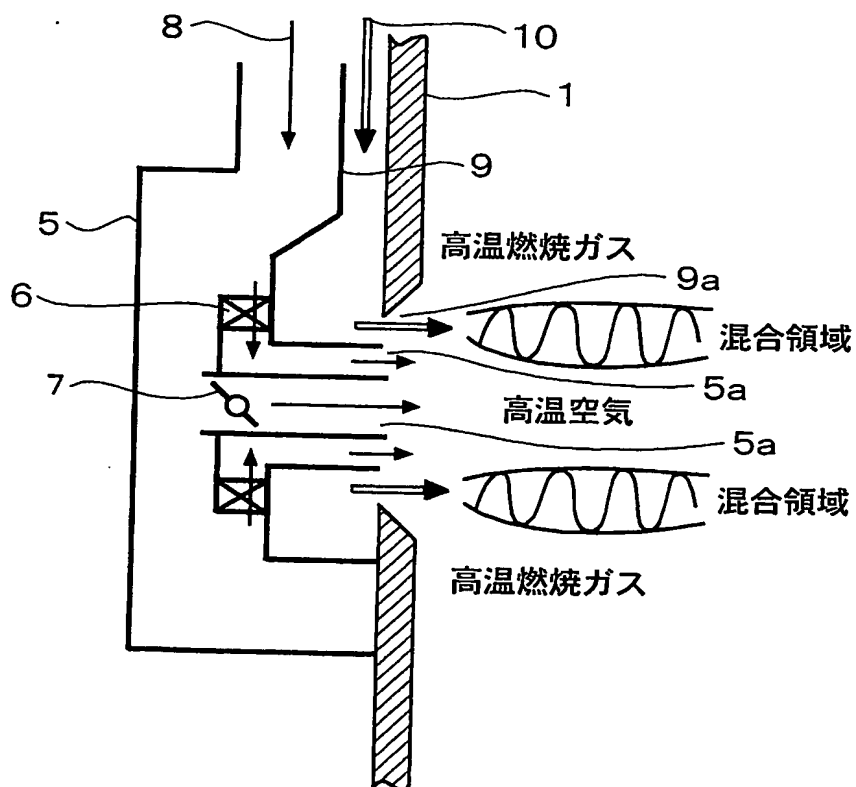




FIG. 3A

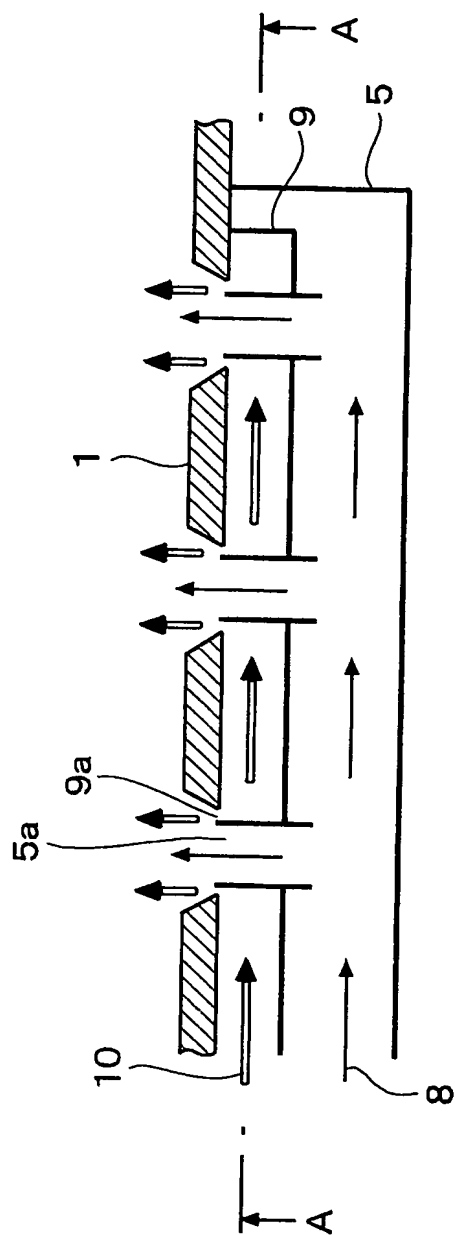


FIG. 3B

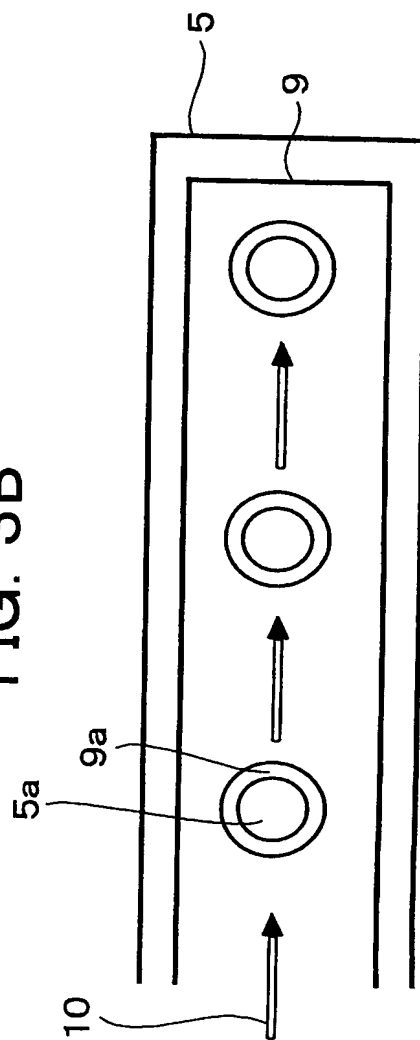


FIG. 4A

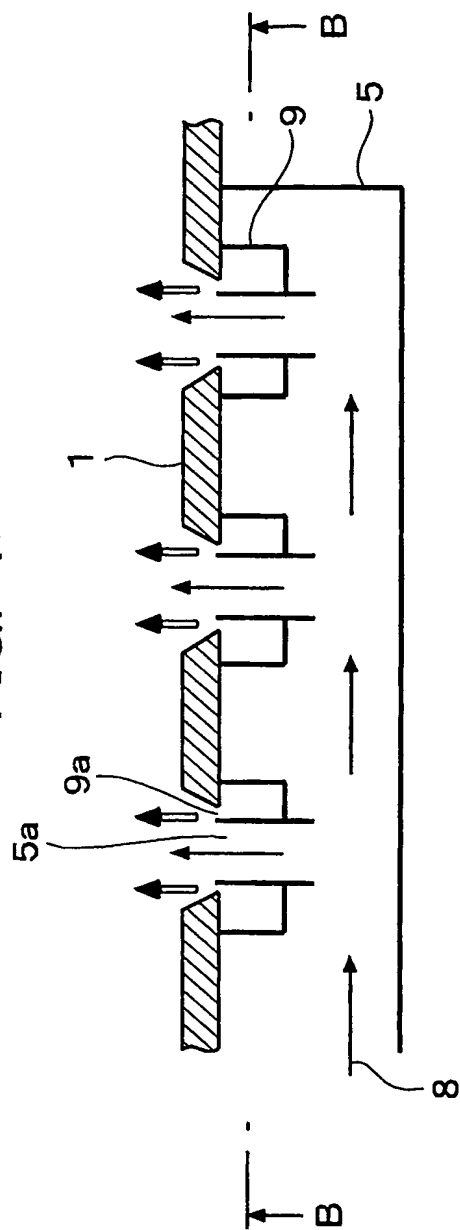
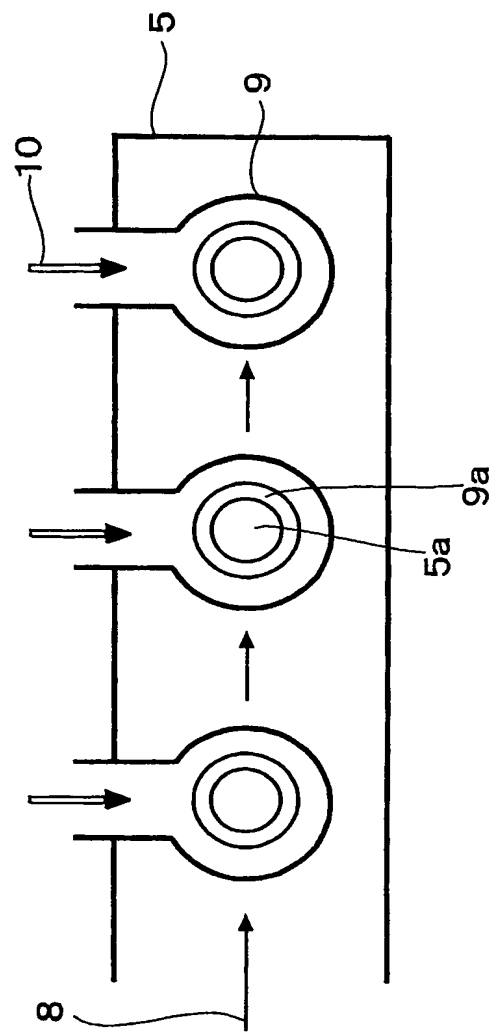


FIG. 4B



4 / 22

FIG. 5

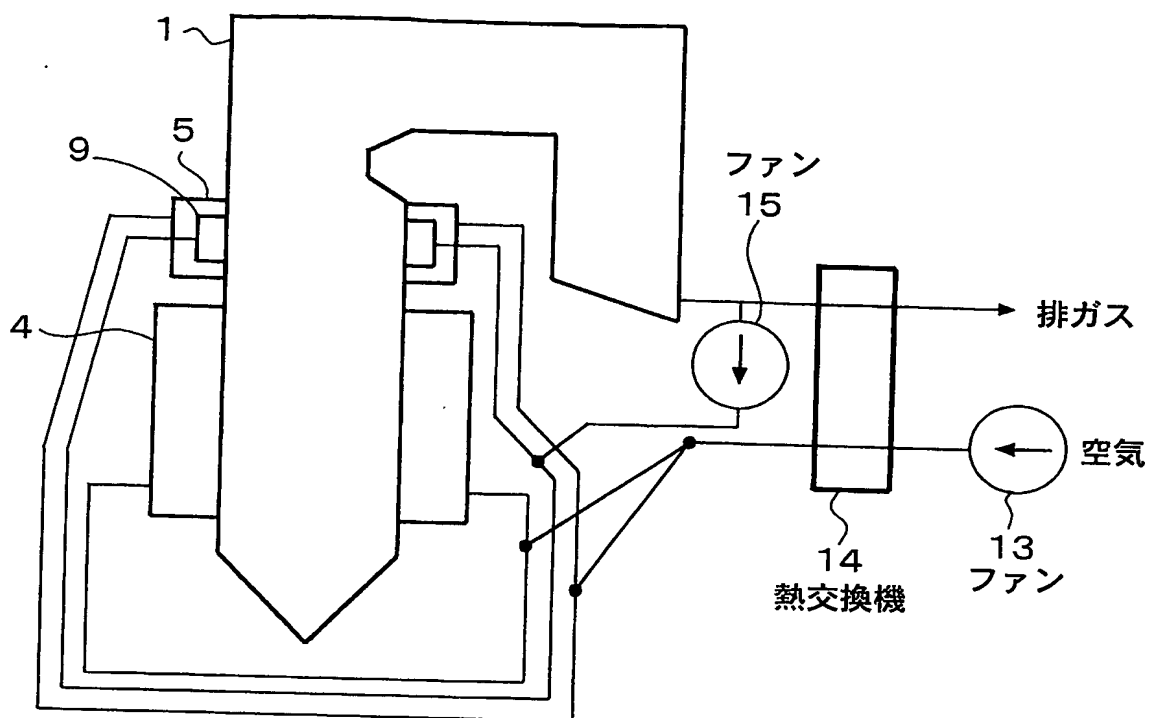
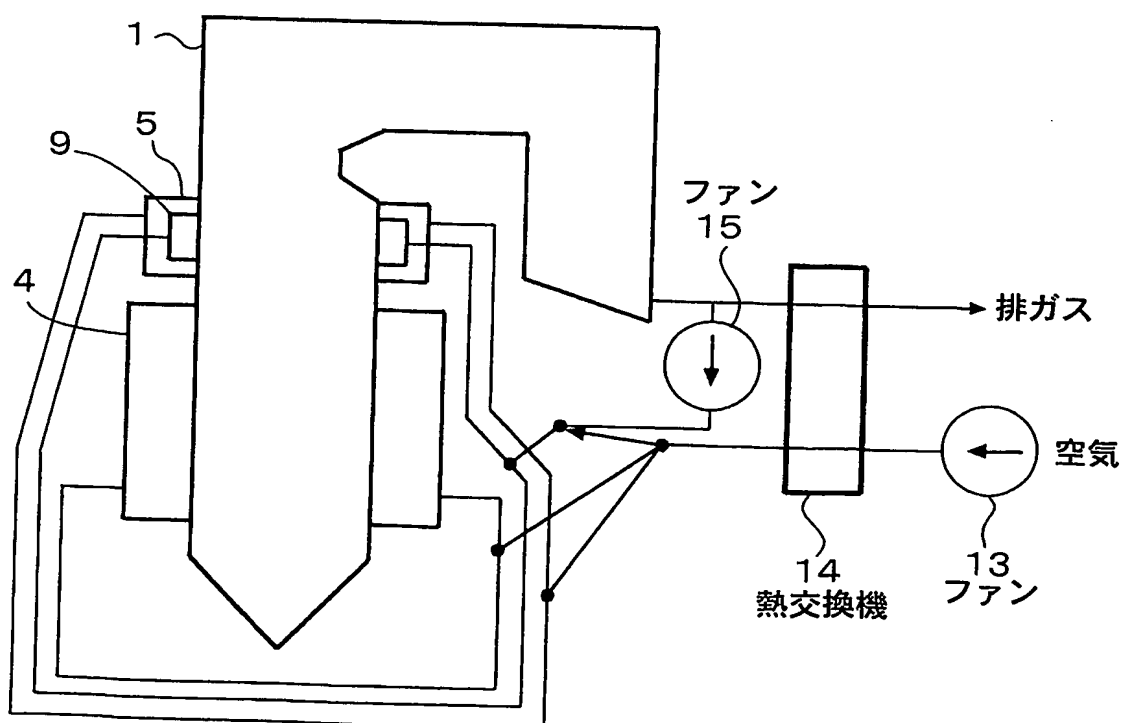


FIG. 6



5 / 22

FIG. 7

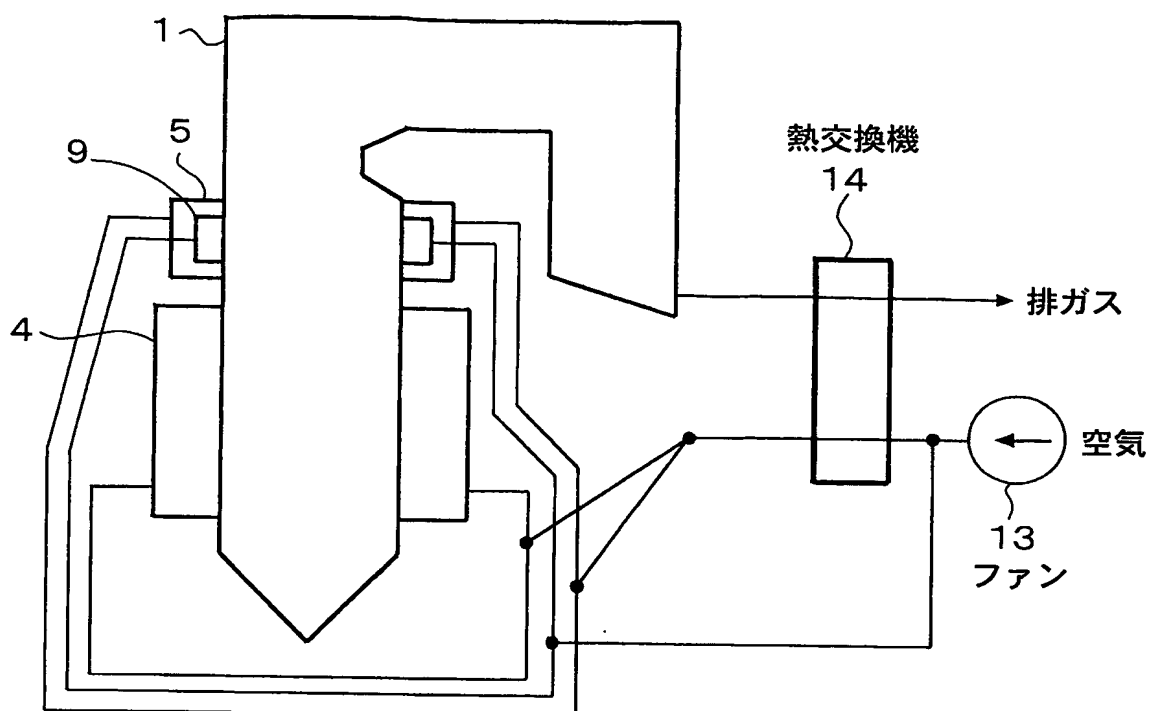
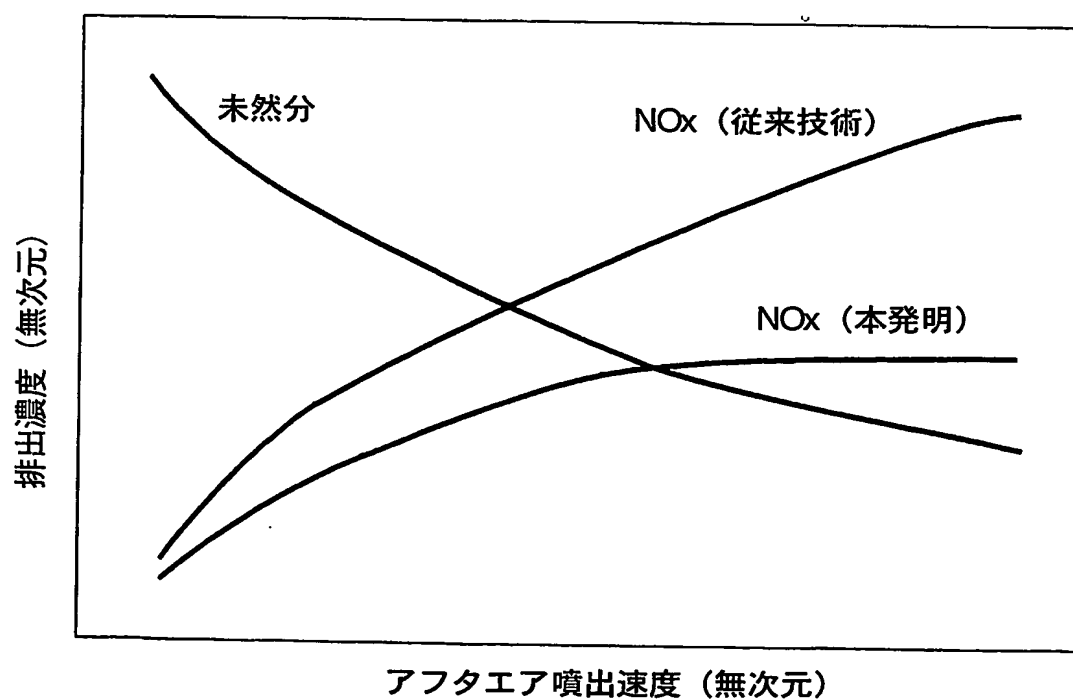


FIG. 8



6 / 22

FIG. 9

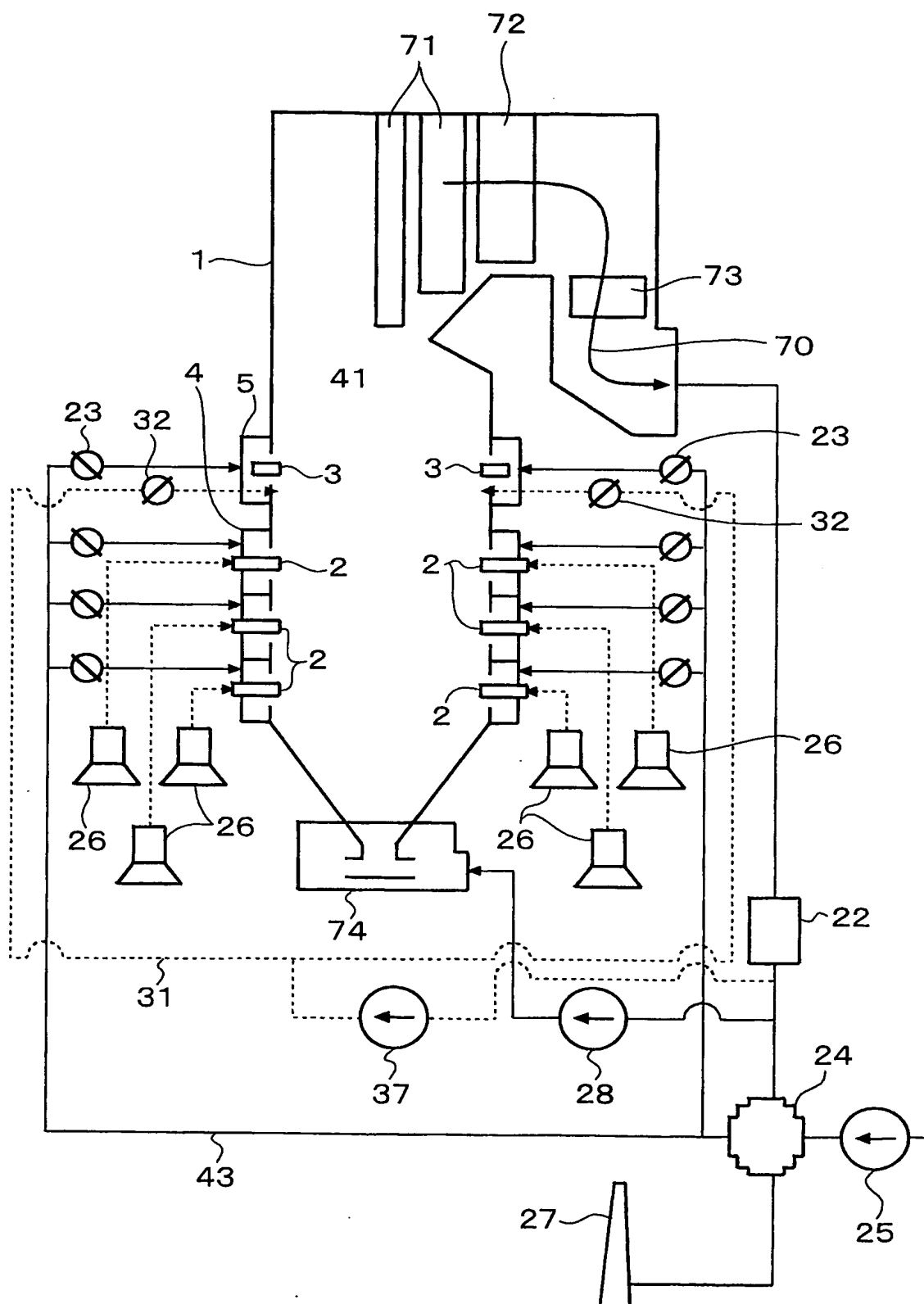


FIG. 10

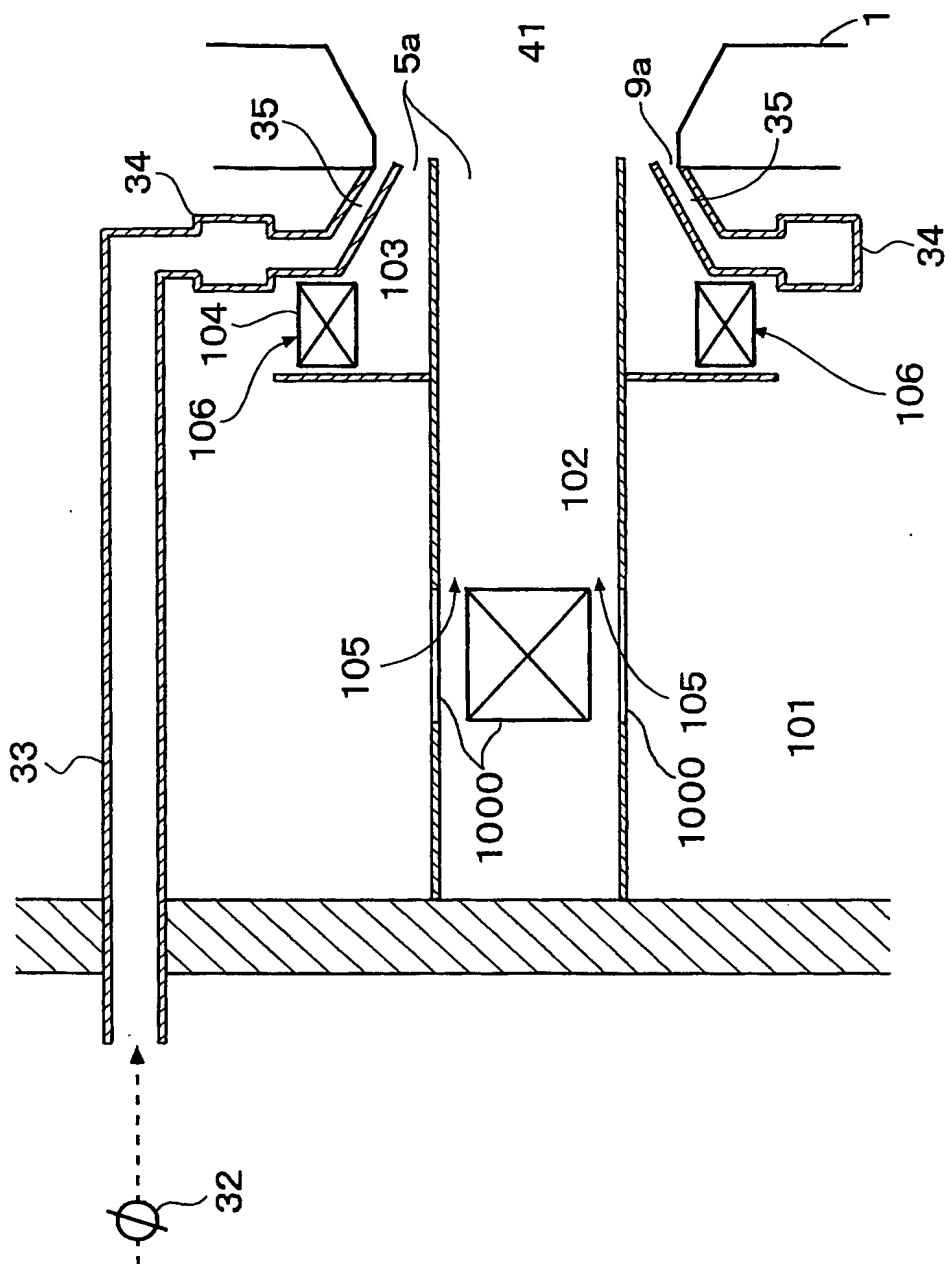
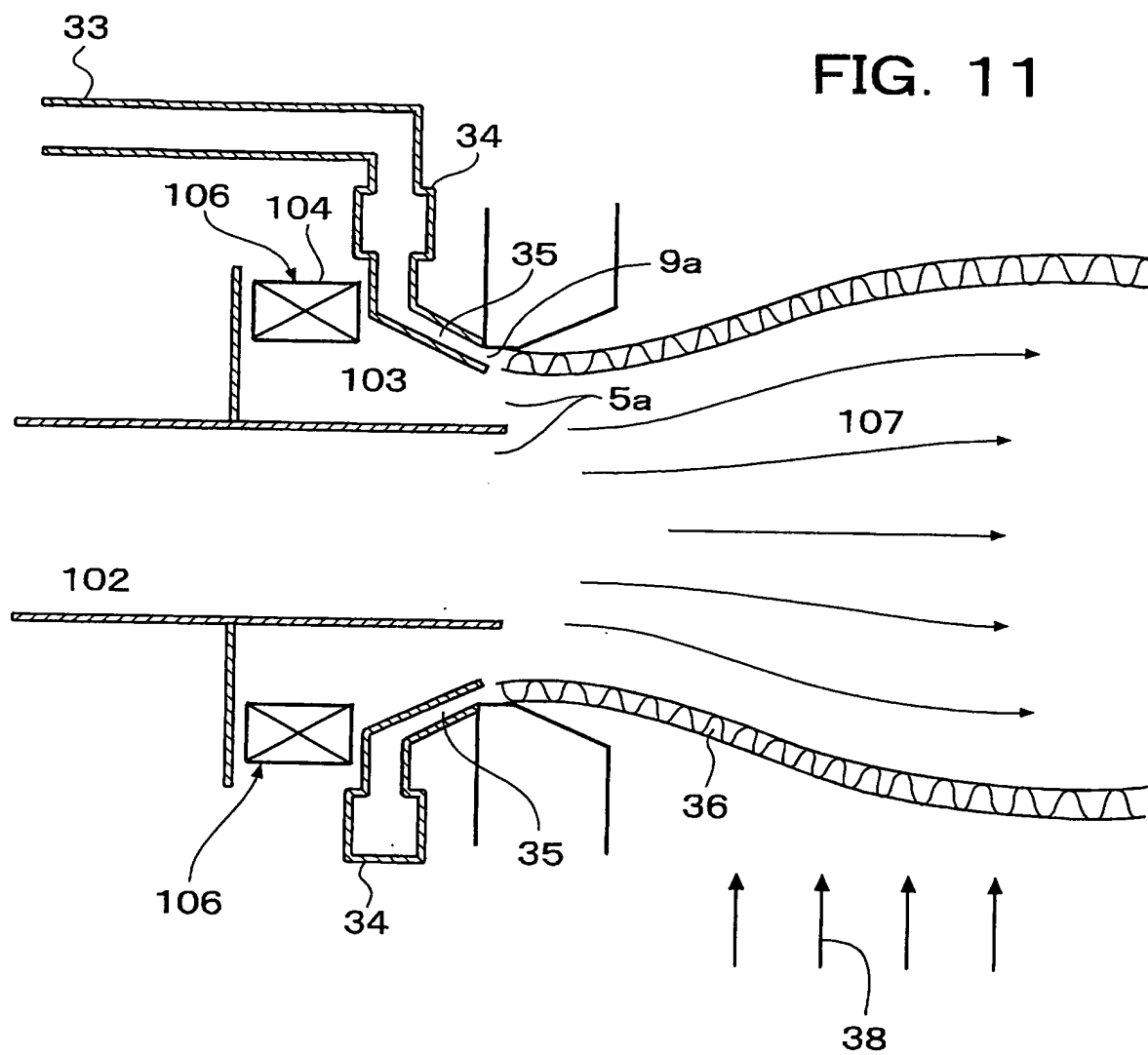
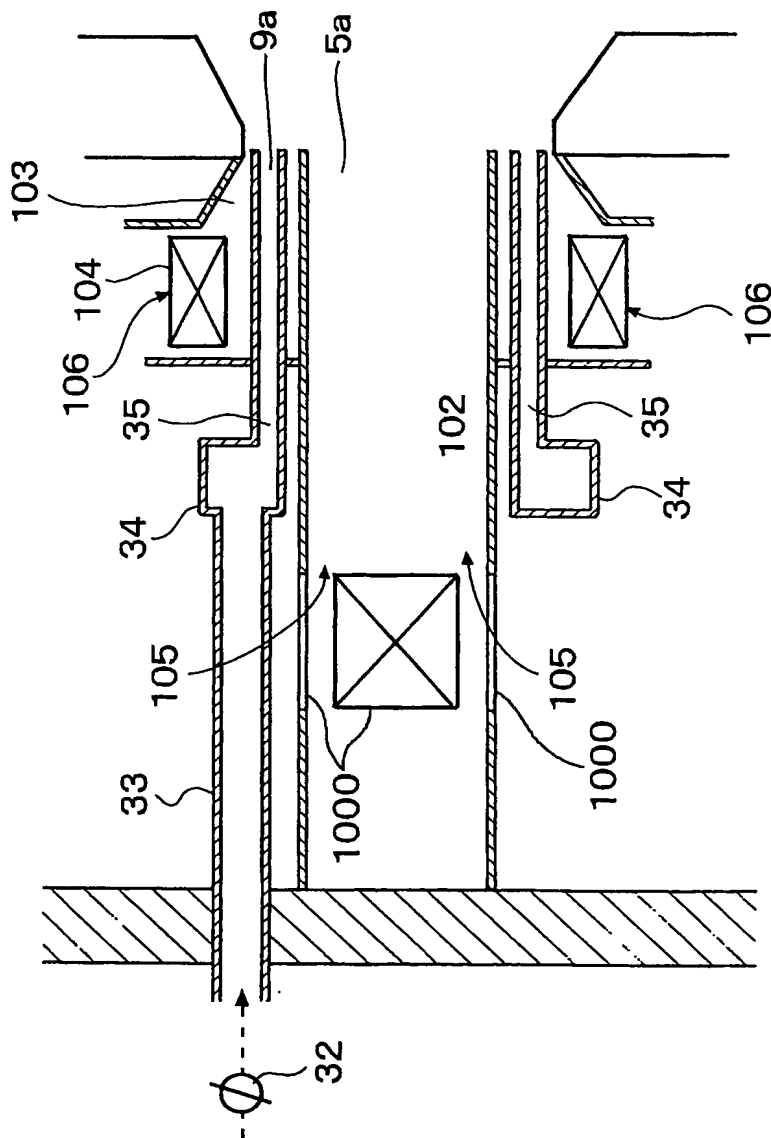


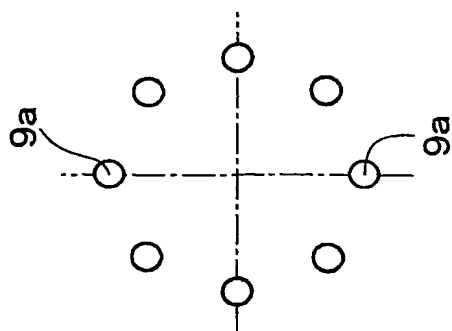
FIG. 11



**FIG. 12A**



**FIG. 12B**





10 / 22

FIG. 13B

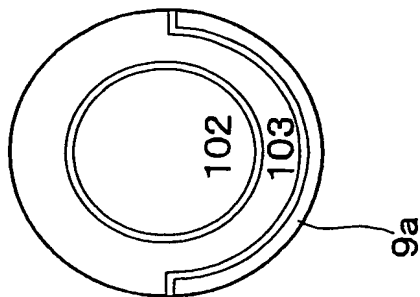


FIG. 13A

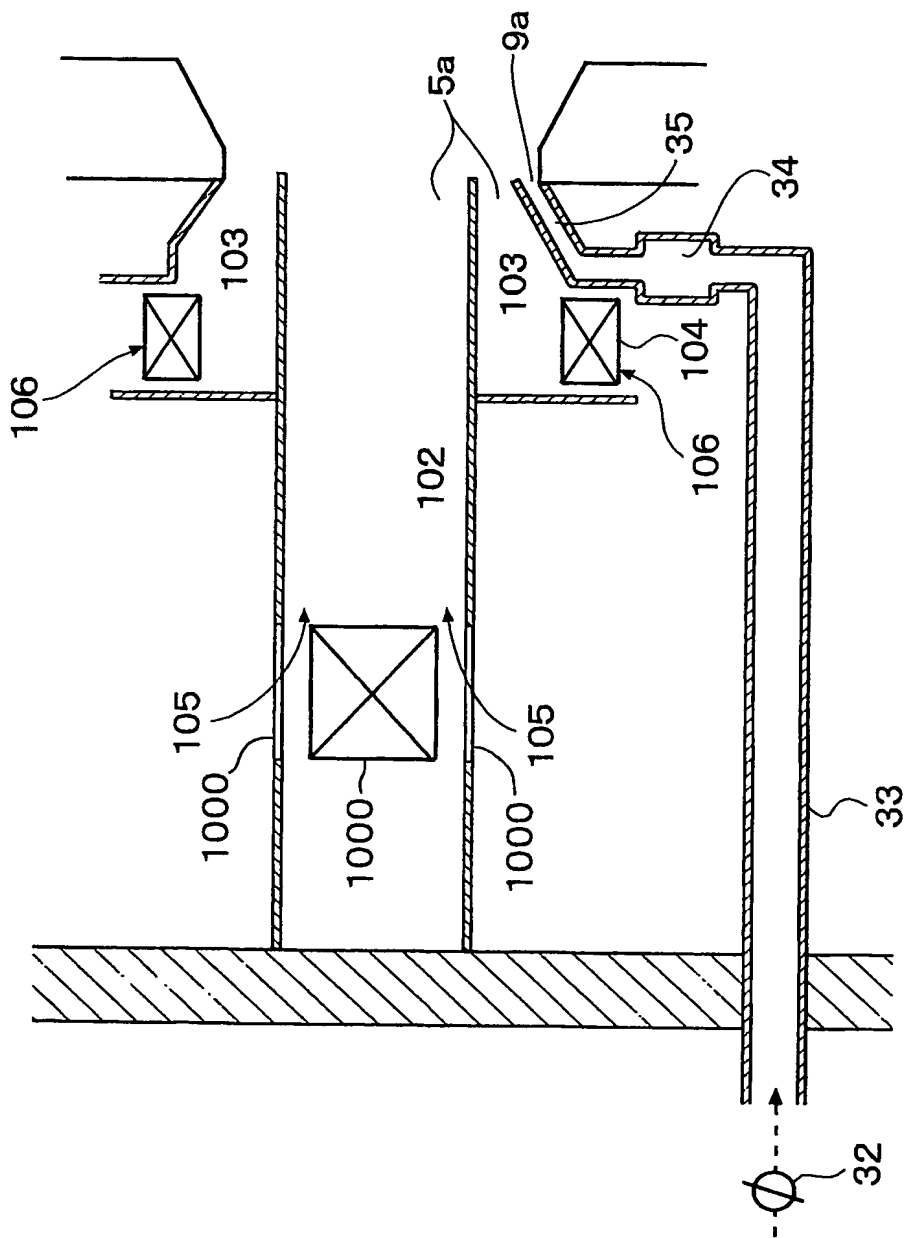


FIG. 14

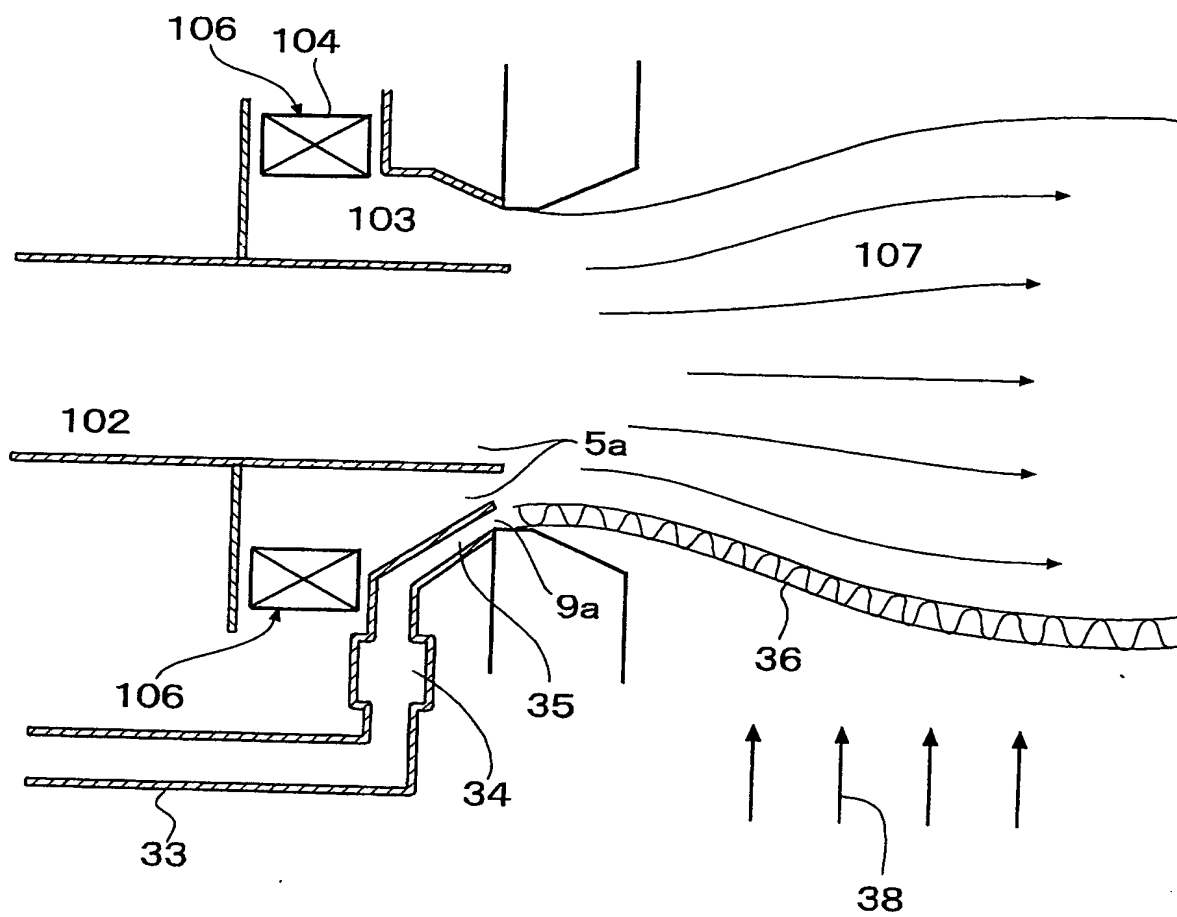
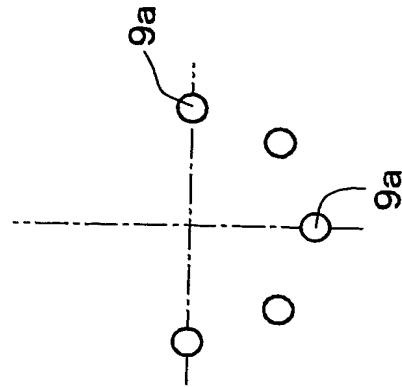
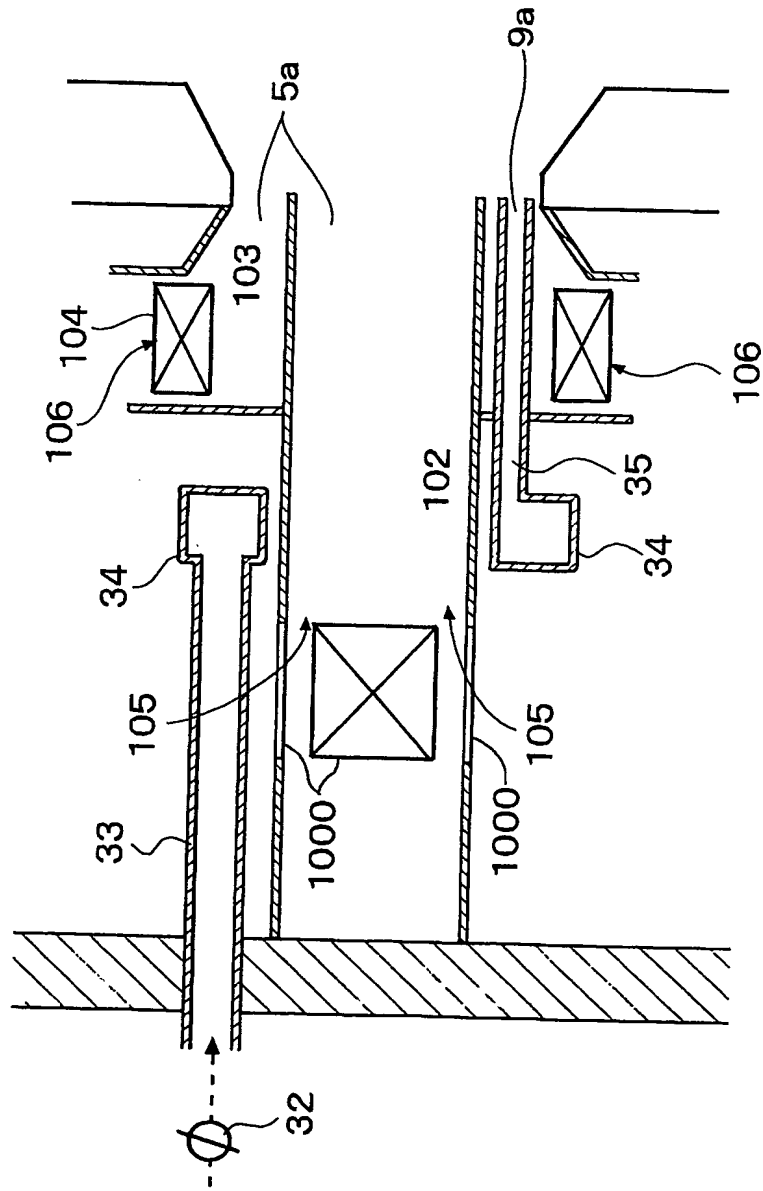
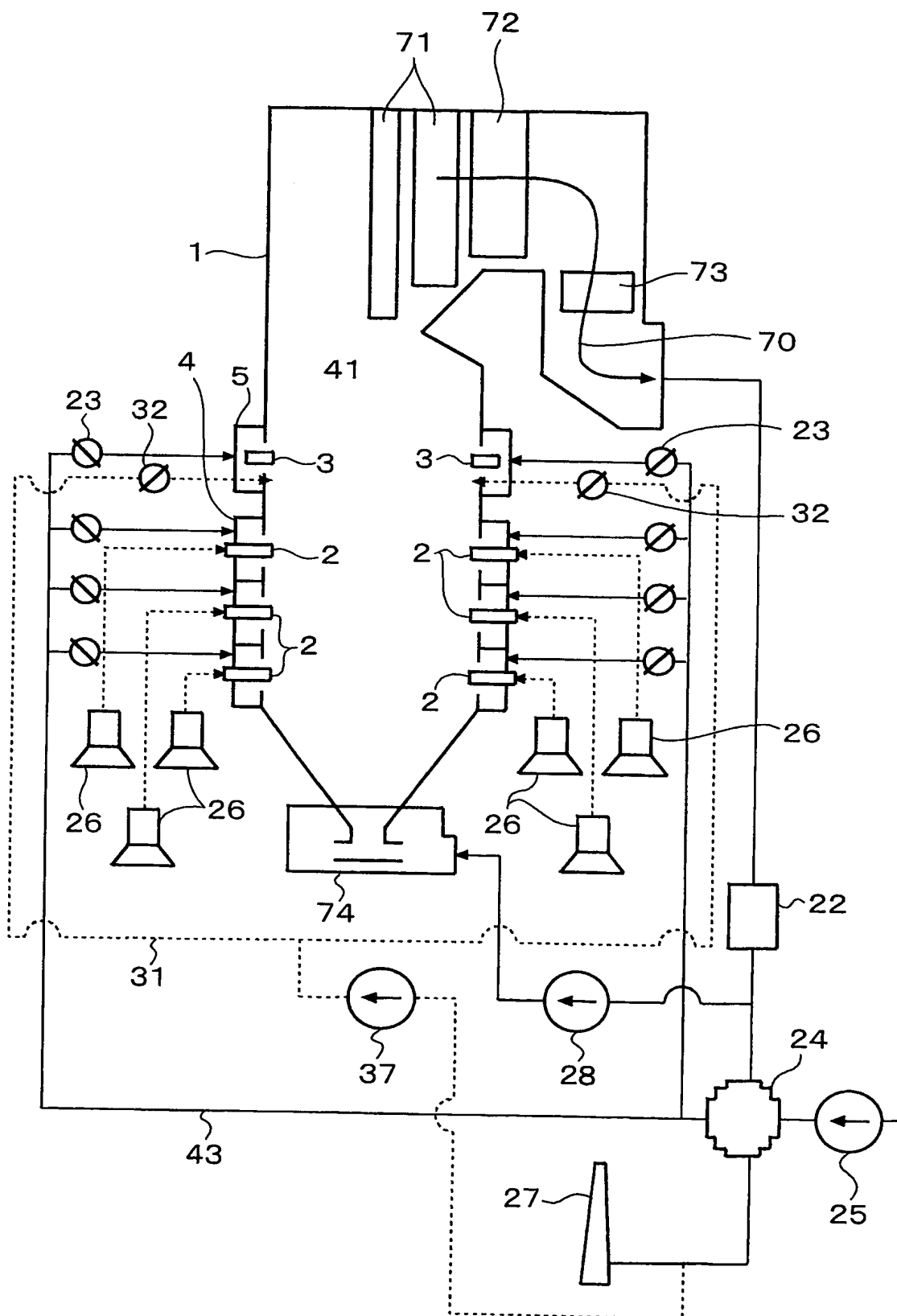


FIG. 15B



13 / 22

FIG. 16



14 / 22

FIG. 17A

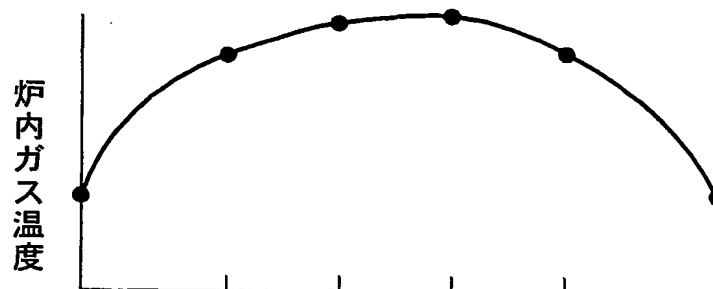


FIG. 17B

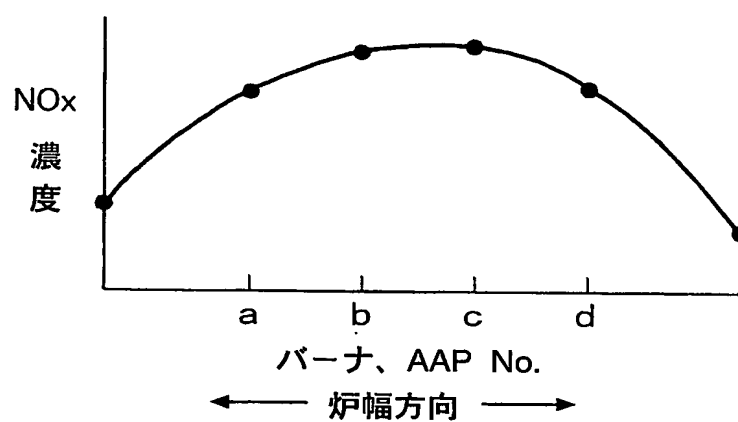


FIG. 18

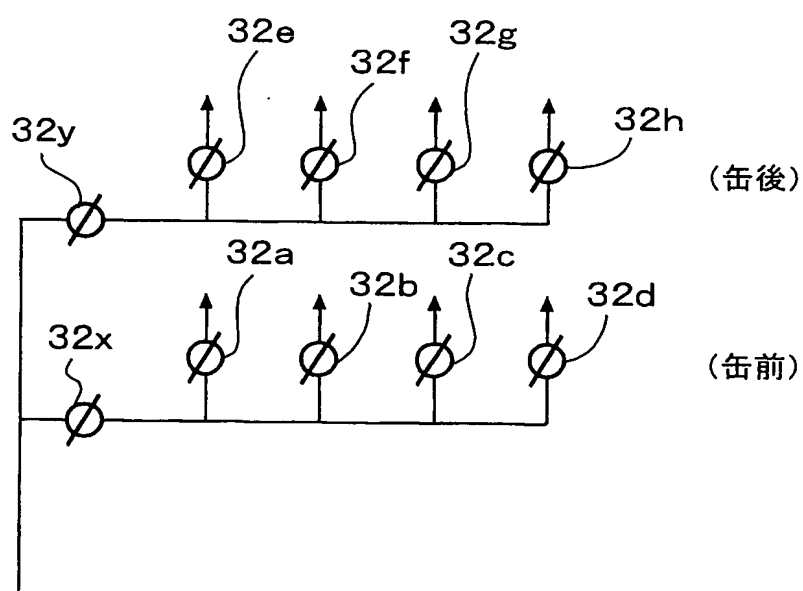


FIG. 19

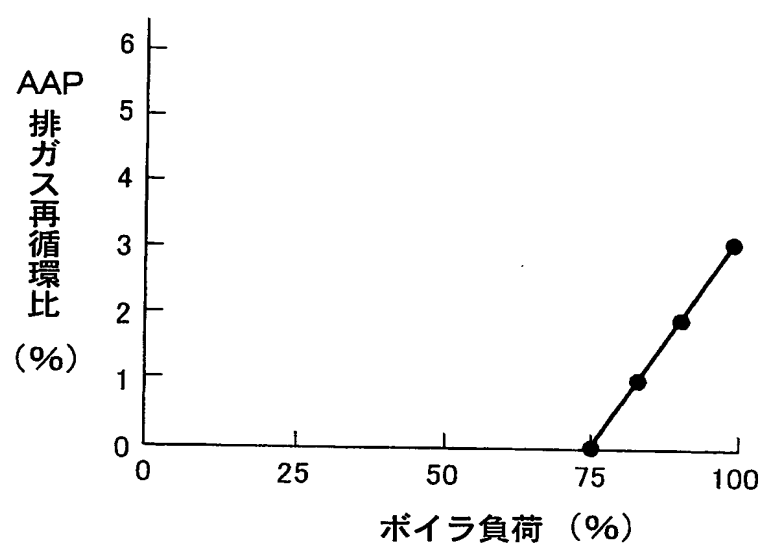


FIG. 20A

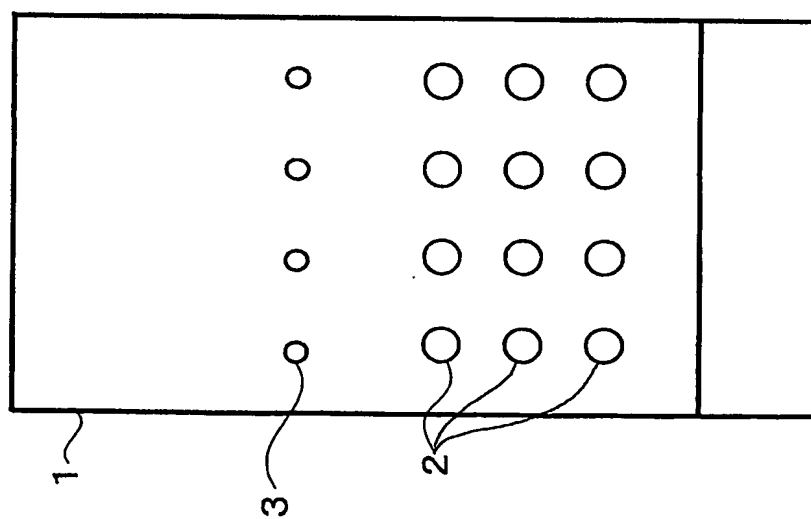
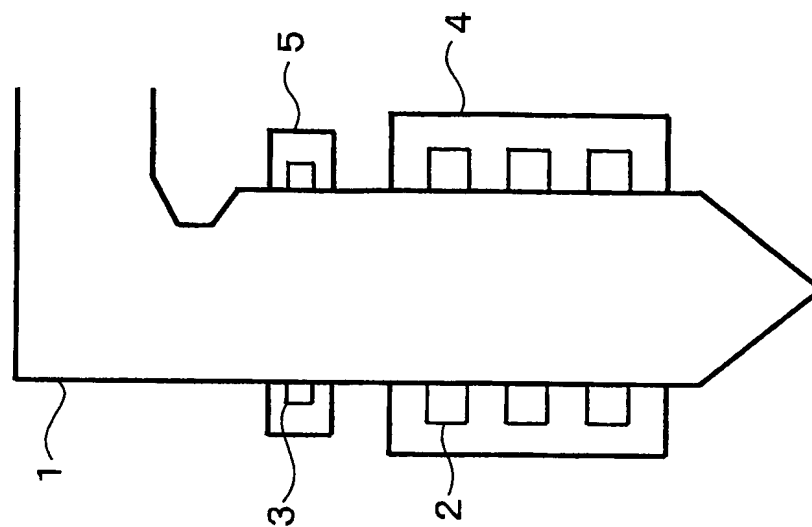


FIG. 20B



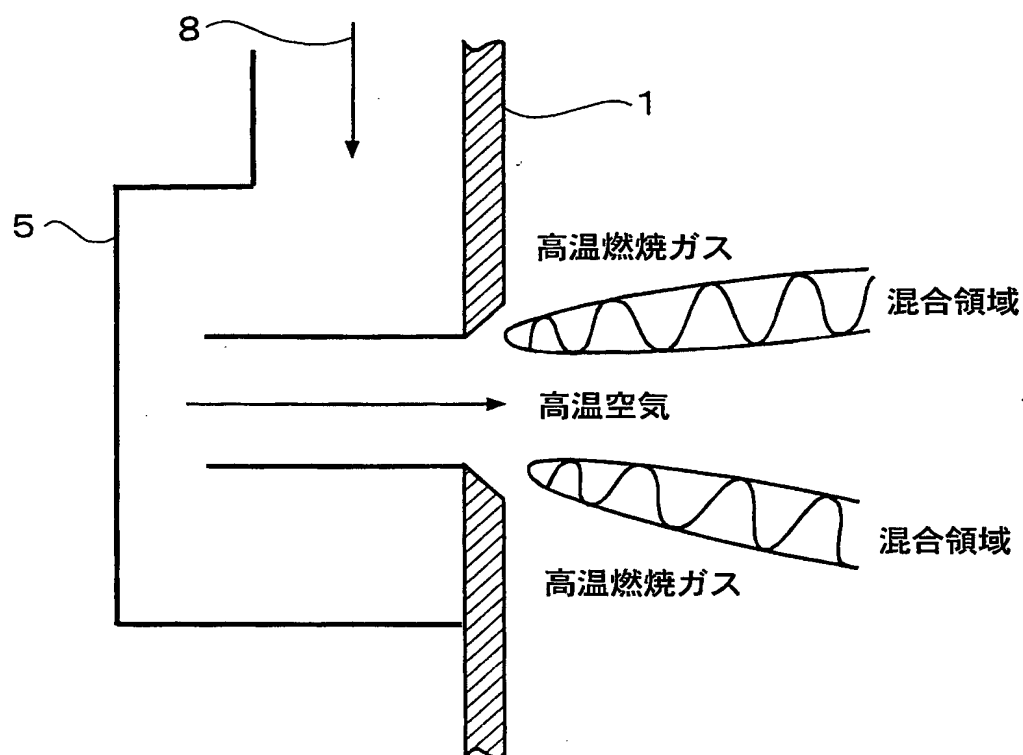
17 / 22  
FIG. 21

FIG. 22

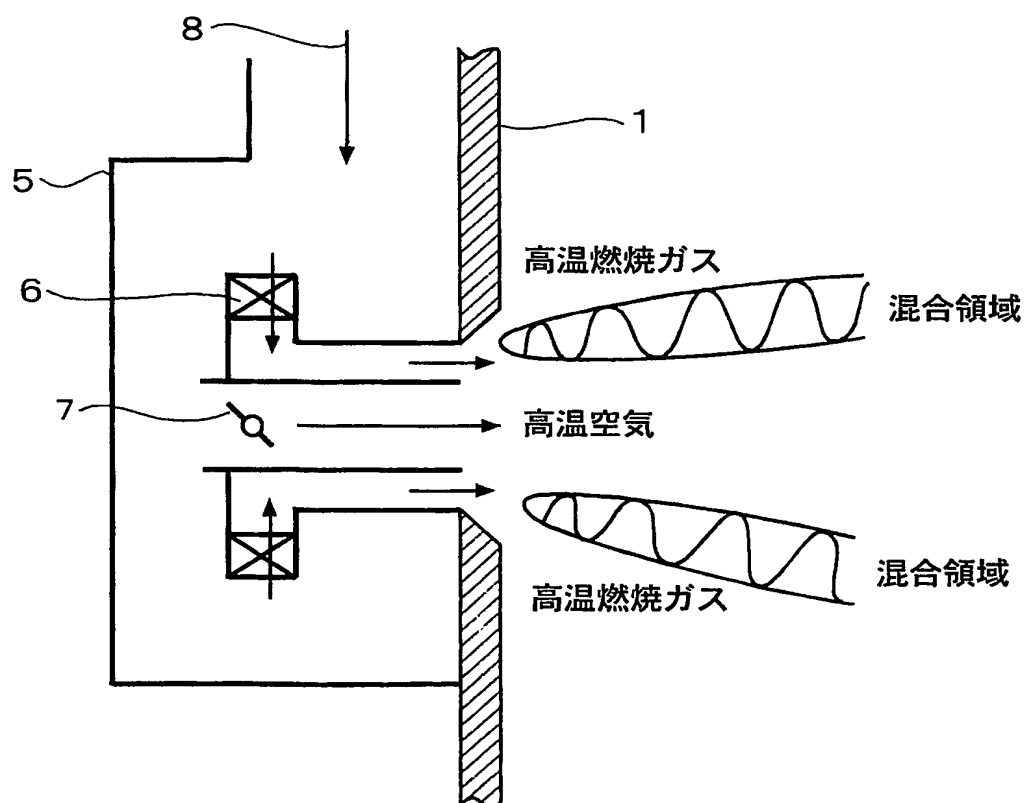
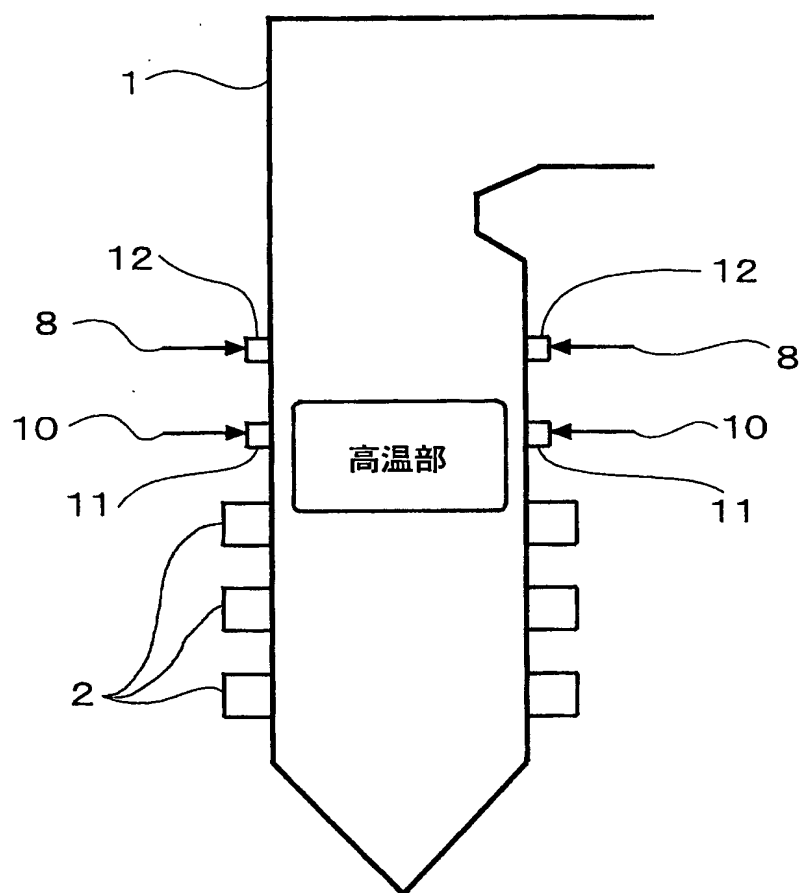




FIG. 23



19/22

FIG. 24

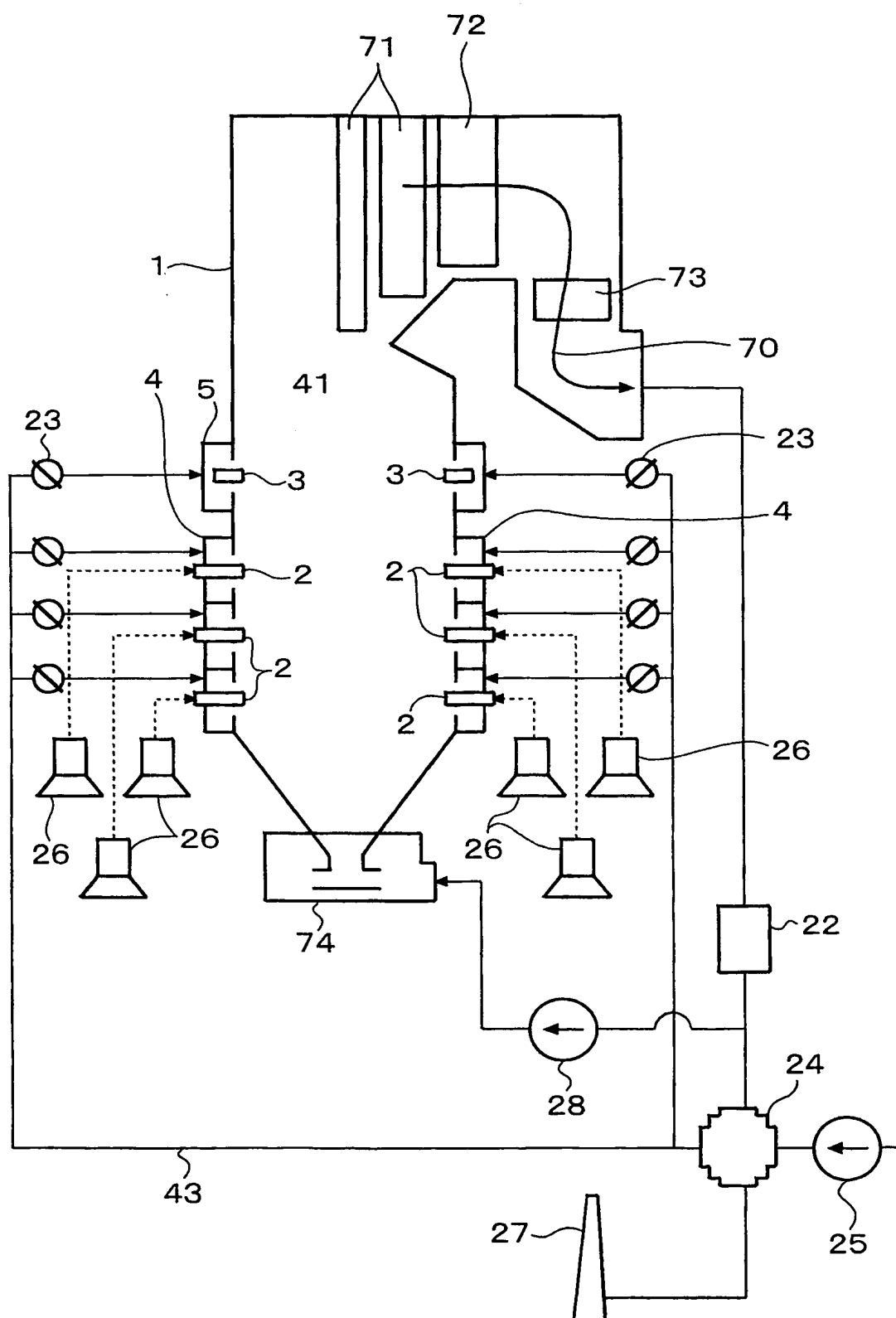
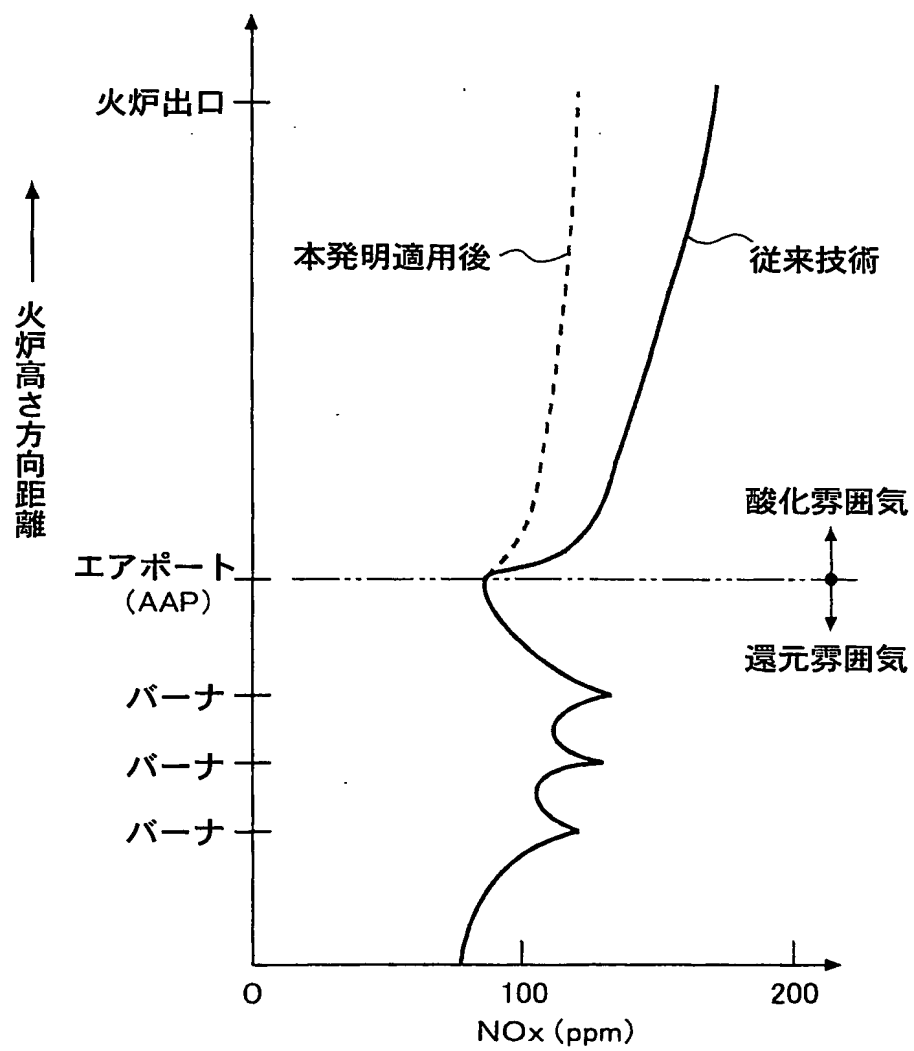
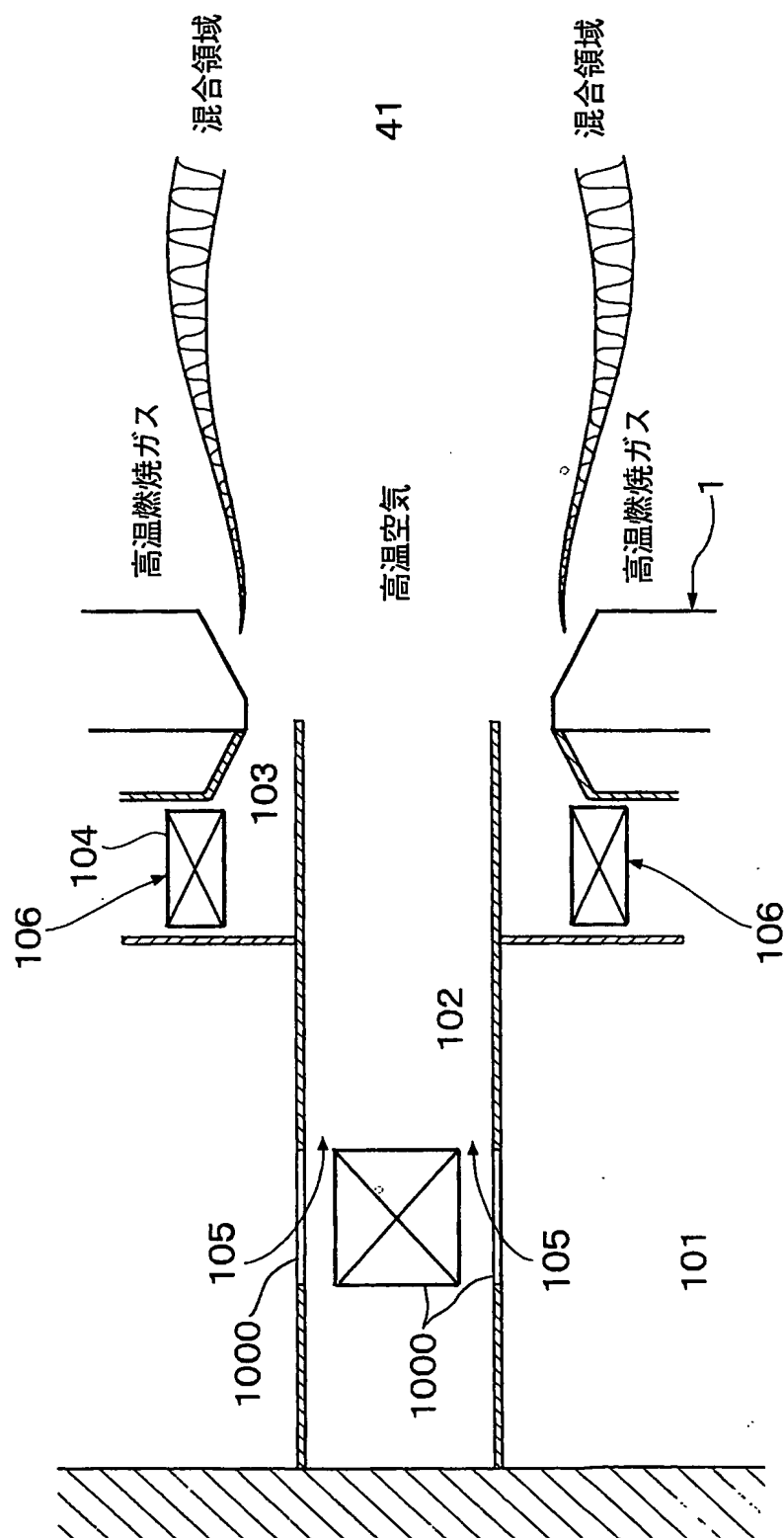


FIG. 25

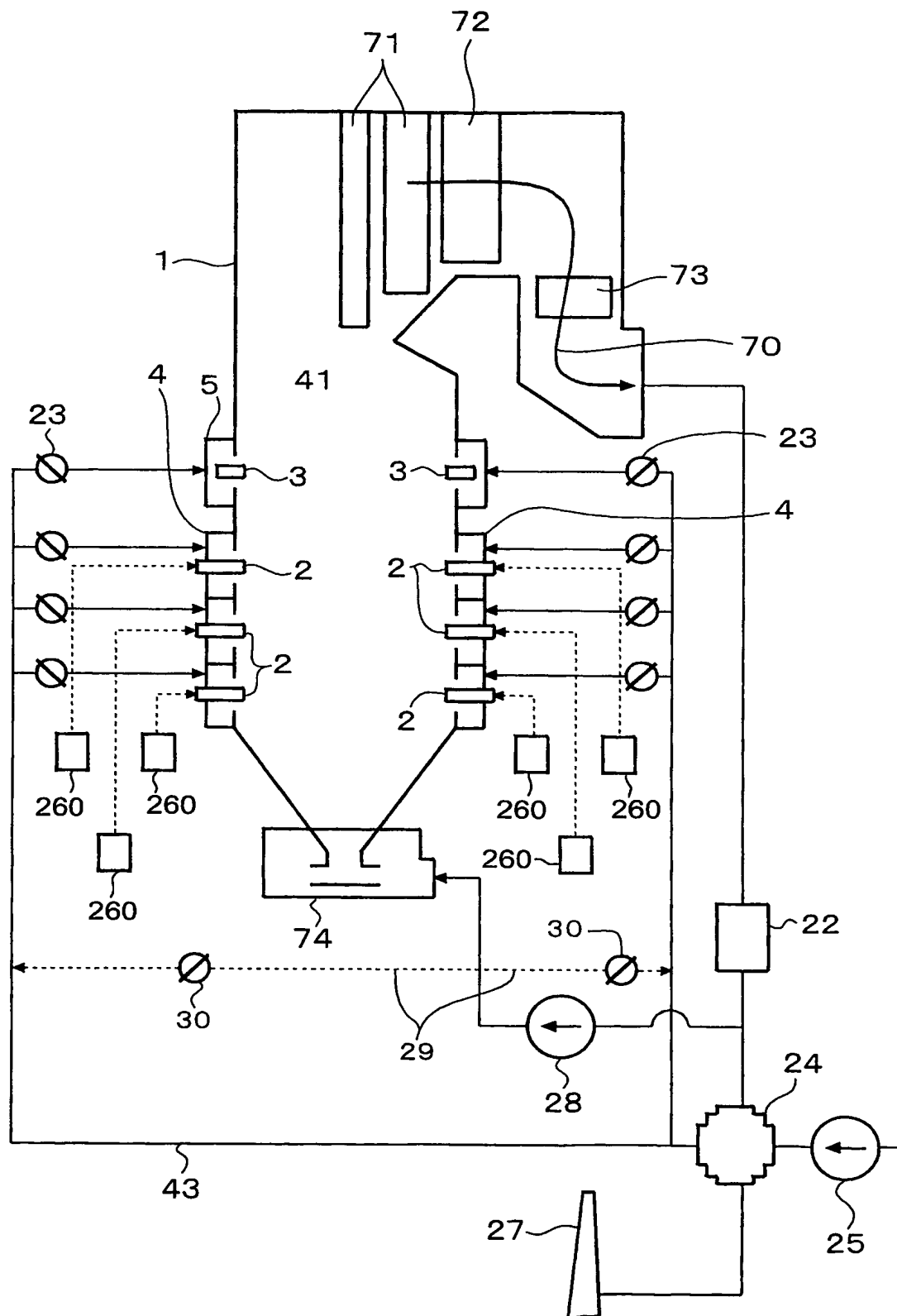


**FIG. 26**



22 / 22

FIG. 27



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP03/10840

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
Int.Cl<sup>7</sup> F23C9/08, F23L7/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
Int.Cl<sup>7</sup> F23C11/00, F23C9/08, F23L7/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched  
Jitsuyo Shinan Koho 1926-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2003  
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2003 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2003

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 50-4626 A (Mitsui Engineering & Shipbuilding Co., Ltd.), 18 January, 1975 (18.01.75), Full text; Figs. 1 to 4 (Family: none)	1-25
Y A	JP 9-229311 A (Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.), 05 September, 1997 (05.09.97), Par. Nos. [0014], [0015]; Figs. 1, 5 (Family: none)	1-16 17-25
Y A	JP 59-74408 A (Babcock-Hitachi Kabushiki Kaisha), 26 April, 1984 (26.04.84), Page 2, lower left column, lines 2 to 13; page 3, lower right column, lines 2 to 19; Figs. 1, 3 (Family: none)	13-15 1-12, 16-25

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.

\* Special categories of cited documents:  
 "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance  
 "E" earlier document but published on or after the international filing date  
 "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)  
 "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means  
 "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed  
 "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention  
 "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone  
 "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art  
 "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search  
13 November, 2003 (13.11.03)

Date of mailing of the international search report  
25 November, 2003 (25.11.03)

Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP03/10840

## C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	JP 54-100536 A (Tokyo Shibaura Electric Co., Ltd.), 08 August, 1979 (08.08.79), Page 2, lower right column, lines 2 to 8; Fig. 1 (Family: none)	16 1-15, 17-25
Y A	JP 62-276322 A (Babcock-Hitachi Kabushiki Kaisha), 01 December, 1987 (01.12.87), Page 4, upper left column, line 18 to upper right column, line 9 (Family: none)	16 1-15, 17-25
Y A	JP 62-237219 A (Hitachi, Ltd.), 17 October, 1987 (17.10.87), Full text; Fig. 3 (Family: none)	17-25 1-16
A	JP 59-60106 A (Babcock-Hitachi Kabushiki Kaisha), 06 April, 1984 (06.04.84), Full text; Fig. 2 (Family: none)	1-25

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP03/10840

## Box I Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. ☐ Claims Nos.:  
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:
2. ☐ Claims Nos.:  
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:
3. ☐ Claims Nos.:  
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

## Box II Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:  
Claims 1 to 16 relate to a burner of a combustion apparatus.  
Claims 17 to 25 relate to a window box.

1. ☐ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2. ☒ As all searchable claims could be searched without effort justifying an additional fee, this Authority did not invite payment of any additional fee.
3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:
4. ☐ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

Remark on Protest ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest.  
☐ No protest accompanied the payment of additional search fees.



## A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl. F 23 C 9 / 08  
F 23 L 7 / 00

## B. 調査を行った分野

## 調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl. F 23 C 11 / 00  
F 23 C 9 / 08  
F 23 L 7 / 00

## 最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1926-1996年  
日本国公開実用新案公報 1971-2003年  
日本国登録実用新案公報 1994-2003年  
日本国実用新案登録公報 1996-2003年

## 国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

## C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	J P 50-4626 A (三井造船株式会社) 1975. 01. 18 全文, 第1-4図 (ファミリーなし)	1-25
Y A	J P 9-229311 A (三菱重工業株式会社) 1997. 0 9. 05 【0014】, 【0015】, 第1, 5図 (ファミリー なし)	1-16 17-25
Y A	J P 59-74408 A (バブコック日立株式会社) 198 4. 04. 26 第2頁左下欄第2行~第13行, 第3頁右下欄第 2行~第19行, 第1, 3図 (ファミリーなし)	13-15 1-12, 16-25

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

## \* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの  
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの  
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)  
「O」口頭による開示、使用、展示等に関する文献  
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

## の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの  
「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの  
「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの  
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

13: 11. 03

国際調査報告の発送日

25.11.03

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)  
郵便番号100-8915  
東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

永石 哲也

3 L 9826

電話番号 03-3581-1101 内線 3336

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y A	J P 54-100536 A (東京芝浦電気株式会社) 197 9.08.08 第2頁右下欄第2行~第8行, 第1図 (ファミリーなし)	16 1-15, 17-25
Y A	J P 62-276322 A (バブコック日立株式会社) 198 7.12.01 第4頁左上欄第18行~右上欄第9行 (ファミリーなし)	16 1-15, 17-25
Y A	J P 62-237219 A (株式会社日立製作所) 1987. 10.17 全文, 第3図 (ファミリーなし)	17-25 1-16
A	J P 59-60106 A (バブコック日立株式会社) 198 4.04.06 全文, 第2図 (ファミリーなし)	1-25

## 第I欄 請求の範囲の一部の調査ができないときの意見 (第1ページの2の続き)

法第8条第3項 (PCT17条(2)(a)) の規定により、この国際調査報告は次の理由により請求の範囲の一部について作成しなかった。

1. ☐ 請求の範囲 \_\_\_\_\_ は、この国際調査機関が調査をすることを要しない対象に係るものである。  
つまり、
2. ☐ 請求の範囲 \_\_\_\_\_ は、有意義な国際調査をすることができる程度まで所定の要件を満たしていない国際出願の部分に係るものである。つまり、
3. ☐ 請求の範囲 \_\_\_\_\_ は、従属請求の範囲であってPCT規則6.4(a)の第2文及び第3文の規定に従って記載されていない。

## 第II欄 発明の単一性が欠如しているときの意見 (第1ページの3の続き)

次に述べるようにこの国際出願に二以上の発明があるとこの国際調査機関は認めた。

請求の範囲1-16は、燃焼装置のバーナに関するものである。  
請求の範囲17-25は、ウインドボックスに関するものである。

1. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料をすべて期間内に納付したので、この国際調査報告は、すべての調査可能な請求の範囲について作成した。
2. ☒ 追加調査手数料を要求するまでもなく、すべての調査可能な請求の範囲について調査することができたので、追加調査手数料の納付を求めなかった。
3. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料を一部のみしか期間内に納付しなかったので、この国際調査報告は、手数料の納付のあった次の請求の範囲のみについて作成した。
4. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料を期間内に納付しなかったので、この国際調査報告は、請求の範囲の最初に記載されている発明に係る次の請求の範囲について作成した。

## 追加調査手数料の異議の申立てに関する注意

- ☐ 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがあった。  
☐ 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがなかった。